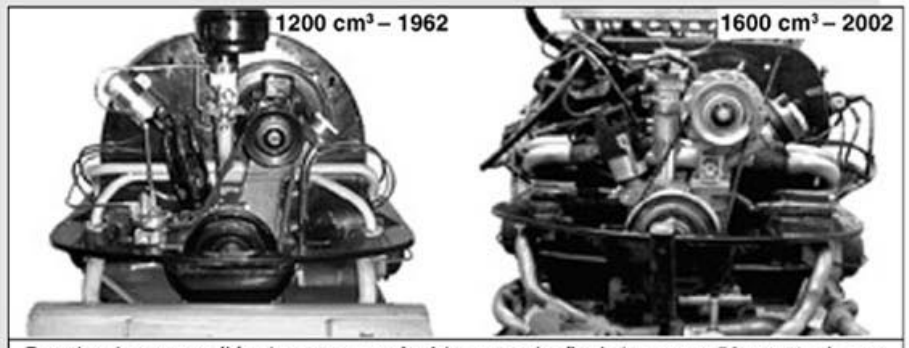
NOTÍCIAS DA OFICINA
julho 2002 -

Motor de 1600 cm³ arrefecido a ar

O veterano motor de 1600 cm³ arrefecido a ar, que equipa a Kombi, é o mais antigo propulsor de automóveis produzido no Brasil. Sobrevivendo há diversas gerações e modismos, mantém suas características construtivas e funcionais, porém, para atender aos rígidos limites de emissões e consumo e aos novos planos de manutenção, recebeu uma série de melhorias que garantem sua sobrevivência até os dias atuais.



Do simples e confiável motor arrefecido a ar do final dos anos 50 ao atual, que atende os índices de emissões preconizados pelo Proconve, passaram-se mais de 40 anos. Nesse tempo, vimos a cilindrada crescer dos modestos 1200 cm³ para os atuais 1600 cm³; a taxa de compressão variar de 6,5:1 a 11:1 nas versões a álcool; um verdadeiro malabarismo para compatibilizar carburador, catalisador e controle das emissões evaporativas, e chegar aos dias de hoje, em que podemos ver o velho motor de ventoinha incorporando o versátil e moderno sistema de injeção seqüencial Bosch Motronic MP 9.0 de gerenciamento.

Atendendo a pedidos, voltamos a tratar deste motor que equipa a Kombi, o mais longevo dos veículos produzidos em série no Brasil, e que, em junho, foi o terceiro comercial leve mais vendido no mercado interno, superado apenas pela Saveiro e Strada. Antes, porém, vamos dar um passeio na história do automóvel.

Observando o funcionamento dos motores de combustão interna, por mais moderno que sejam, vemos que os princípios utilizados continuam aqueles idealizados pelo francês Alphonse Beau de Rochas, em 1862. Naquele ano, o engenheiro francês deu entrada na patente que descrevia os fenômenos da compressão do gás e sua combustão pelo princípio dos quatro tempos. Porém, por falta de dinheiro, nunca a registrou. Daí para frente, com a indispensável contribuição do engenheiro alemão Nikolaus August Otto, em 1876, foi possível mostrar o princípio de Beau de Rochas na prática, através de uma engenhoca que comprovou e fundamentou o funcionamento da idealização do colega francês.

Assim, nasciam os motores de combustão interna, utilizando-se do princípio do mecanismo de árvore de manivela e pistão combinado com a expansão dos gases pela energia elástica da combustão. Daí em diante, os motores de combustão ganharam versões e desenhos variados, chegando aos dias de hoje como um veterano que evoluiu sem se afastar dos seus princípios físicos básicos. O paradoxo é que os motores da atualidade são verdadeiros pacotes de tecnologia recentíssima, que convertem energia utilizando-se de princípios que têm mais de 140 anos e transformam a energia através da queima de combustíveis fósseis.

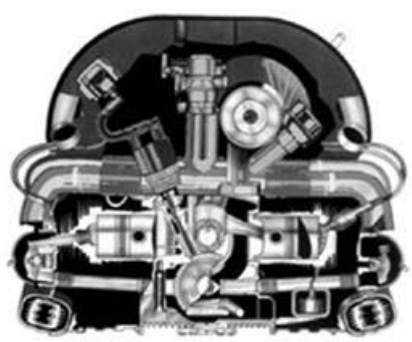
No Brasil da atualidade, a versão de motor mais próxima desta história é o 1600 arrefecido a ar da Kombi, cujas bases do projeto foram criadas por volta de 1932 e concretizadas após três testes de 50.000 km, cada, rodados em três *Kafers* (besouro em alemão), em 1936. Dos primeiros motores de ciclo Otto de 1876 que utilizavam um reservatório de água acima do cilindro do motor para fazer o arrefecimento por gravidade, ao que faz a troca térmica através do ar, conceito utilizado pelo engenheiro alemão Ferdinad Porsche, foram 60 anos.

Imaginem, naquela época, um motor de automóvel que não utilizava água, nem radiador? Uma revolução. Somente para completar os dados históricos, Porsche finalizou seu projeto em 1938, porém, a Segunda Guerra Mundial já se avizinhava e o *Kafer* teve que ser produzido, primeiro, em muitas versões militares, algumas anfíbias. Findo o conflito, o Volkswagen se transformou no carro de passeio de maior sucesso de todos os tempos e um símbolo do milagre econômico alemão do pós-guerra. É impossível falar do motor arrefecido a ar sem contar um pouquinho desta história.

O motor arrefecido a ar

Essa versão pioneira dos motores Volkswagen possui os cilindros contrapostos horizontalmente cujo nome construtivo *boxer* é uma alusão aos movimentos repetitivos dos pistões, semelhantes aos que os praticantes do boxe (*boxer*) fazem com os punhos.

Motor Boxer de turbina alta



A disposição de cilindros contrapostos horizontalmente faz com que os pistões produzam movimentos alternativos, semelhantes a de um *boxer*. Daí a expressão motor *boxer*.

Essa característica faz com que o centro de gravidade desses motores seja muito baixo, pois os cilindros são dispostos horizontalmente. Existiram derivações desta construção como as empregadas nos motores planos das Variant I e II, em que a turbina de arrefecimento trabalhava solidária a árvore de manivelas, dispensando a carcaça do ventilador.

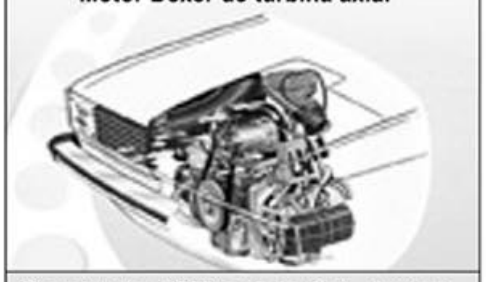
Motor Boxer plano

A versão do motor plano que entrou em linha no final de 1978, também era de 1.6 litros (1.584 cm³) e desenvolvi a 67 cv de potência a 4.600 rpm. O que causava inveja na época era o torque: 12 kgfm a 3.200 rpm que, combinado com a taxa de 7,2:1, resultava num motor muito forte em baixas rotações.

Diante das dificuldades técnicas do arrefecimento a ar, a Volkswagen investiu na idéia de ter um motor *boxer* arrefecido a água. Apesar de implementada em algumas versões utilitárias, com a incorporação do fabricante Auto Union (DKW), foi praticamente abandonada, pois o objetivo era desenvolver uma nova geração de veículos e motores Volkswagen que utilizassem versões de alta performance arrefecidas a água.

Com o lançamento, no Brasil, do Gol 1.300, em 1980, foi desenvolvida uma versão de motores arrefecidos a ar também para veículos de tração dianteira. Essa versão de motor trazia muitas novidades para a época como válvulas em "V", sistema de pré-aquecimento do ar de admissão, turbina axial de captação de ar dianteiro e válvula de máxima no carburador para otimizar a formação da mistura nos regimes de cargas parciais.

Motor Boxer de turbina axial

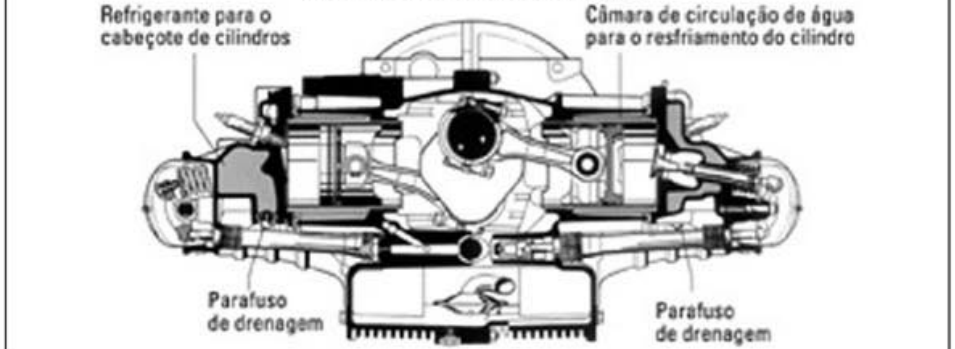


O motor de 1.300 cm³ do Gol, chamado projeto BX, possuía inovações que fizeram essa cilindrada passar de 46 cv para 50 cv de potência.

Essa versão de motor foi desenvolvida com base em soluções encontradas pela Porsche para aplicação em motores arrefecidos a ar.

A partir dessa versão, equipada com carburador simples, logo veio a de 1.600 cm³ de carburação dupla, tanto para as versões a álcool quanto a gasolina.

Motor Boxer arrefecido a água

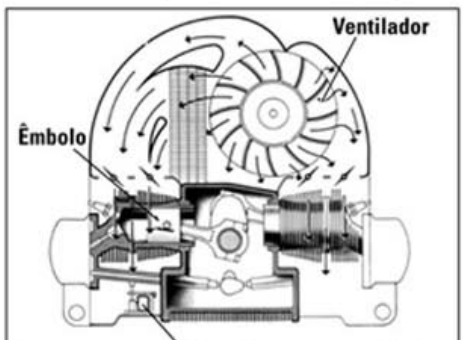


Apesar de ser uma boa solução para rebaixar a altura da frente do veículo e tornar possível a utilização de maior número de cilindros (seis, por exemplo) sem comprometer demais o comprimento do motor, a idéia do motor *boxer* arrefecido a água teve vida curta na Volkswagen alemã.

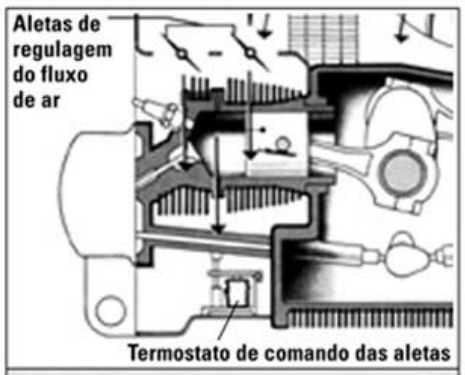
O funcionamento do arrefecimento a ar – Podemos dizer que o arrefecimento a água, princípio utilizado atualmente até em motocicletas, tem a vantagem de proporcionar troca térmica e melhor uniformidade de temperatura nos mais variados locais do motor. Isso é possível graças a circulação forçada, através de uma bomba que recebe o líquido de arrefecimento proveniente da parte inferior do radiador e pressuriza a circulação pelas camisas de cilindro, indo para o cabeçote, até chegar novamente à parte superior do radiador com o objetivo de trocar temperatura com o ar externo. Lembramos que neste circuito encontraremos a válvula termostática, que controla a circulação da água pelo radiador em função da temperatura do motor.

O arrefecimento a ar exige uma série de soluções em sopradores (turbinas ou ventiladores), condutos, difusores e defletores que assegurem a formação de um fluxo, contínuo e controlado, de ar arrefecido pelos mais diversos ambientes aquecidos do motor, considerando as carcaças, cilindros e os cabeçotes do motor.

Para solucionar o problema, os motores arrefecidos a ar possuem um elemento soprador, que trabalha solidário ao movimento rotativo do alternador para fazer circular uma constante corrente de ar sobre os componentes aletados (cilindros, cabeçotes e carcaças). Algumas versões, para garantir o aquecimento mais rápido do motor e realizar o controle da temperatura, possuem um sistema de controle termostático que regula a intensidade do ar circulante pelos cilindros em função da temperatura do ar que passa pelos cilindros, visando condições térmicas mais satisfatórias ao funcionamento do motor.



O ventilador ou turbina aspira o ar axialmente e o impele radialmente para que circule pelos condutos, forçando a passagem através das múltiplas aletas existentes nos cilindros, cabeçotes e carcaças do motor.



A circulação do ar carregado de carga térmica proveniente dos cilindros, passando pelo termostato, é o fator determinante na definição da intensidade de ar que deve chegar até os cilindros e cabeçotes para o arrefecimento. Com o motor frio, a válvula termostática não está distendida, o que reduz a circulação de ar pelos cilindros. Com o motor aquecido, a válvula termostática expande-se, elevando, através de um mecanismo de alavancas e barras de articulação mecânica, o ângulo de abertura das aletas com o objetivo de proporcionar maior intensidade de ar circulante pelos cilindros.

Dicas de diagnósticos e regulagens

Como pode ser observado, as versões de motores Volkswagen arrefecidos a ar têm diversos tipos de cilindrada e de aplicações de sistemas de arrefecimento a ar, carburação (simples e dupla) e de ignição (platinado, indutiva, sensor *Hall* e mapeada). Assim, para testes e análises neste motor, é importante conhecer o prefixo do mesmo para definir suas características e os dados técnicos de regulagens.

O prefixo define a geração do motor que equipa o veículo. Naqueles arrefecidos a ar, o prefixo e o número do motor estão gravados na carcaça, logo abaixo do suporte do alternador.

O prefixo define o tipo e as aplicações adequadas ao motor. É com base neste dado que definiremos as especificações de regulagens e ajustes a serem adotados. Na tabela a seguir, apresentamos os dados técnicos da geração de motores cujo prefixos começam com a letra "U", pois tratam-se das versões produzidas nos últimos 11 anos e que atendem às emissões previstas a partir dos limites estabelecidos desde 1992.

Regulagem do avanço inicial de ignição – Como podemos observar, os valores para regulagem do ponto de ignição variam de acordo com os prefixos dos motores, dependendo do combustível aplicado, taxa de compressão, sistema de formação da mistura e do sistema de ignição utilizado. Para regulagem do avanço inicial de ignição, siga esses procedimentos:

Veículos carburados:

1. Aqueça o motor até que atinja sua temperatura normal de trabalho;
2. Desligue o avanço a vácuo;
3. Estabilize a rotação de trabalho do motor dentro do regime de marcha-lenta;
4. Utilizando uma lâmpada estroboscópica, examine a posição do avanço de ignição, dirigindo o foco da luz para o espaço entre a polia da árvore de manivelas e a junção das carcaças do motor. Observe que a marca de referência de regulagem na polia deve apontar o fundo do "V" exatamente para a junção das carcaças do motor.

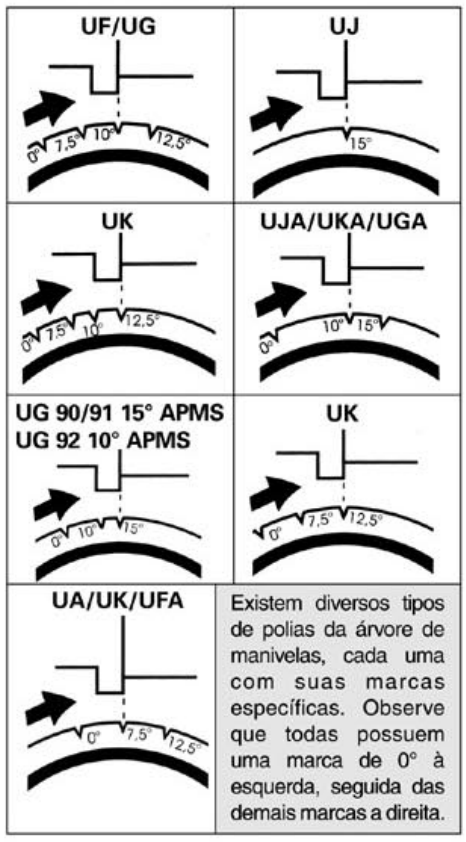
5. Havendo necessidade, corrija o avanço inicial de ignição. Para isso, solte-o distribuidor e gire-o, adiantando ou atrasando o ponto inicial de ignição, em função da necessidade.

Motores arrefecidos a ar – Dados técnicos

Prefixo do motor	UA	UF	UJ	UG		UK		UFA	UJA	UKA	UGA
Fabricação	08/82 a 12/83	01/84 a 11/86	01/84 a 11/86	90 e 91	92 ▶	90 E 91	92 ▶	10/93 ▶	08/93 ▶	ATUAL	ATUAL
Cilindrada cm³	1584	1584	1584	1584	1584	1584	1584	1584	1584	1584	1584
Diâmetro do cilindro/ curso do pistão mm	85,5/69	85,5/69	85,5/69	85,5/69	85,5/69	85,5/69	85,5/69	85,5/69	85,5/69,0	85,5/69,0	85,5/69,0
Combustível	Gasolina	Gasolina	Álcool	Gasolina	Gasolina	Álcool	Álcool	Gasolina	Álcool	Álcool	Gasolina
Volume total da câmara de combustão cm³	59(1)	60,9	39,6	60,9	60,9	39,6	39,6	60,9	39,6	39,6	60,9
Razão de compressão	7,2:1	7,5:1	11:1	7,5:1	7,5:1	11:1	11:1	7,5:1	11:1	11:1	7,5:1
Compressão dos cilindros kgf/cm² ou atm	9,5 a 7,5(1)	10,0 a 8,0	14,5 a 12,5	10,0 a 8,0	10,0 a 8,0	14,5 a 12,5	14,5 a 12,5	10,0 a 8,0	14,5 a 12,5	14,5 a 12,5	10,0 a 8,0
Potência máxima: DIN kW(cv)/rpm	41(55)/4600(1)	–	–	–	–	–	–	–	–	49,4(67,1)/4000	51,6(70,2)4400
SAE kW(cv)/rpm	49(66)/5000(1)	33(45)/4000	42(57)/4200	50,8(69)/4800	45,6(62,0)/4500	44,1(60,0)/4400	41,2(56,0)/4500	53,0(39,0)/4200	58,7(43,2)/4300	42,5(57,8)4000	45,2(61,4)4400
Momento de força máxima: DIN Nm(kgfm)/rpm	110(11,0)/3000	–	–	–	–	–	–	–	–	124,6/2600	127,3/2800
SAE Nm(kgfm)/rpm	120(12,0)/3600	99(9,9)/2000	118(11,8)/2600	127,6(13,0)/2400	123,6(12,6)/3000	118,3(12,1)/2400	113,8(11,6)/3000	105,1(10,7)/2600	116,3(11,9)/2800	111,4/2600	113,5/3000
Ponto de ignição ° apma	Gas. pura = 7,5° Gas. 20% de álcool = 12,5°(1)	10°	15°	15°	10°	12,5°	7,5°	7,5°	10°	10°	10°
Índice de CO %	2,5 a 3,5	2,5 a 3,5	2,5 a 3,5	2,5 a 3,5	2,0 a 3,0	2,5 a 3,5	1,0 a 2,0	0,5 a 1,5	1,4 a 2,0	0,5	0,5
Rotação de marcha-lenta rpm	900 a 1000(1)	700 a 800	950 a 1050	950 a 1050	1050 a 1150	900 a 1000	900 a 1000	950 a 1050	1000 a 1100	850 a 950	850 a 950

Observações:
(1) Até 1981 volume total = 48,0 a 50,0 compressão = 12 a 14 atm, potência DIN = (65)/5600, potência SAE = (78)/6100, ponto de ignição = 18°, marcha lenta = 850 a 950.

6. Mantenha a rotação de verificação dentro do especificado, pois se eleva, haverá interferência do avanço centrífugo na regulagem. Rotação mais baixa faz com que o sistema fique instável, causando irregularidades na leitura.



Existem diversos tipos de polias da árvore de manivelas, cada uma com suas marcas específicas. Observe que todas possuem uma marca de 0° à esquerda, seguida das demais marcas a direita.

Kombi com injeção MP 9.0

1. Com o motor em temperatura normal de trabalho, remova o *shorting plug*.

O *shorting plug* fica na parte superior do compartimento do motor, abaixo da unidade de comando.

2. A rotação do motor deve elevar-se entre 1.150 e 1.250 rpm.

3. Solte o distribuidor e regule sua posição 10° APMS. Fique atento a essa regulagem, pois erros maiores do que 2,5° podem causar detonação.

4. Reconecte o *shorting plug* e confira se a marcha-lenta retornou a sua condição normal de trabalho.

Regulagem das válvulas – Em geral, podemos dizer que o rendimento térmico dos motores arrefecidos a ar é mais baixo do que os alcançados pelos motores arrefecidos a água e que o equilíbrio térmico entre os cilindros nestes motores, também, é mais difícil de ser conseguido. Esses fenômenos são agravados quando a regulagem das válvulas está irregular.

Motores regulados com válvulas presas apresentam superaquecimento que pode provocar detonações, agravando ainda mais o fenômeno do superaquecimento nos cilindros. Por outro lado, estando as válvulas folgadas demais, o diagrama de abertura e fechamento das válvulas se altera, provocando significativa queda de rendimento e elevação do consumo. Observe os seguintes cuida dos durante a regulagem das folgas das válvulas:

1. A regulagem é da folga das válvulas, portanto, assuma, sem medo, que deve haver uma folga entre o parafuso do balancim e a haste de válvula.

2. Essa regulagem deve ser feita com o motor frio, pois o coeficiente de dilatação das carcaças e dos cabeçotes interfere no valor de regulagem. O cuidado que garante a melhor estabilidade para a perfeita regulagem das válvulas é o motor estar frio.

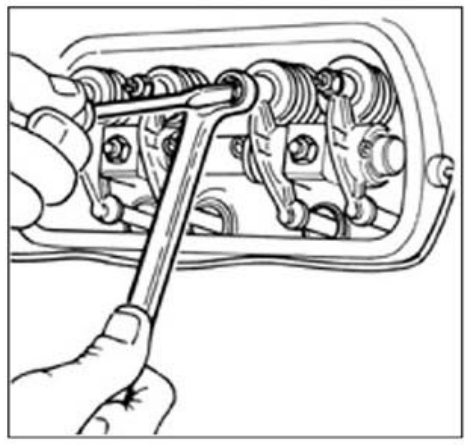
3. É normal, após o aquecimento do motor, haver uma elevação no valor da folga. O importante é que a regulagem seja feita a frio, de forma correta.

4. Inicie a regulagem das válvulas pelo primeiro cilindro, posicionando-o no final da fase de compressão em ponto morto superior (PMS). Essa posição é garantida pela marca de 0º na polia da árvore de manivelas.

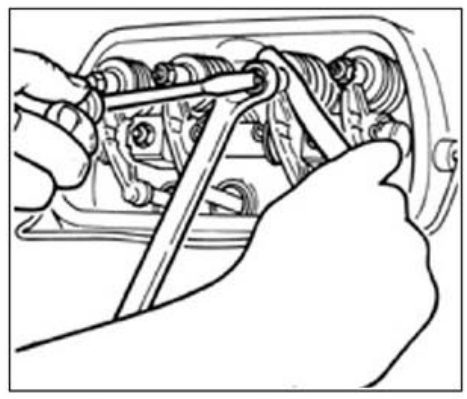
Lembre-se que essa regulagem é o fator que garante o exato momento de injeção, pois a janela maior do sensor *Hall* do distribuidor é a referência de primeiro cilindro para a realização da injeção seqüencial.

5. Remova as duas tampas de válvulas. Verifique a folga somente no primeiro cilindro, com o auxílio de um calibre de folga, posicionando-o entre o parafuso do balancim e a haste da válvula. A folga das válvulas, tanto de admissão como de escape, deve ser regulada com 0,10 mm.

6. Caso a folga esteja desregulada, desaperte a porca-trava do parafuso de ajuste.



7. Regule a folga utilizando uma lâmina de 0,10 mm, girando o parafuso de regulagem com uma chave de fenda, deixando-a deslizar suavemente, sem prendê-la.



8. Fixe o parafuso de regulagem com a chave de fenda e aperte a porca-trava. Confira a regulagem, pois ao apertar a porca-trava, encosta-se a folga da rosca, podendo alterar a regulagem.

9. Gire a árvore de manivelas no sentido horário e regule o próximo cilindro na ordem de ignição (quarto cilindro) posicionando a marca de 0º oposta em 180º à posição anterior. Ou seja: a marca que estava em cima deve, agora, ser posicionada totalmente para baixo. Nunca faça a regulagem das válvulas girando o motor no sentido anti-horário, pois isso encosta as folgas no sentido inverso de trabalho do motor.

10. Instale a tampa do cabeçote. Se necessário, substitua as juntas que devem ser coladas na tampa.

Medindo a compressão dos cilindros – Este é o terceiro cuidado importante e básico para o bom funcionamento dos motores arrefecidos a ar, principalmente porque esses motores, trabalham, por questões de segurança contra detonações, com taxas de compressão relativamente reduzidas. Comparando-se, por exemplo, com o motor AP 1.6 litro, que até 1996 utilizava taxa de compressão da ordem de 8,5:1 – hoje vemos esses mesmos motores trabalharem com 10,2:1 de taxa – vemos os motores arrefecidos a ar, movidos a gasolina, não ultrapassam a barreira de 7,5:1 de relação de compressão.

Como a regulagem das válvulas interfere diretamente na qualidade da compressão e, para medi-la, teremos que aquecer o motor, o primeiro cuidado é realizar uma criteriosa regulagem das válvulas, observando as orientações já mencionadas nesta matéria. Veja como proceder:

1. Ligue o motor e espere que aqueça até a temperatura normal de trabalho. Nos motores com injeção, é possível monitorar através da temperatura do óleo, utilizando um *scanner* observando através do modo contínuo, o segundo campo do bloco de valores. Basta monitorar até que a temperatura do óleo permaneça em torno de 85ºC.

2. Solte os cabos das velas de ignição.

3. Remova o cabo da bobina ou do transformador.

4. Remova todas as velas de ignição.

5. Instale o medidor de compressão no lugar da vela do primeiro cilindro. Certifique-se de que a válvulas de retenção do manômetro esteja fechada.

6. Pise no pedal do acelerador, mantendo a válvula borboleta totalmente aberta.

7. Dê a partida, até que o ponteiro do manômetro pare de subir. Observe a anote o valor encontrado.

8. Após a medição, descarregue a pressão retida no manômetro, abrindo a válvula de retenção.

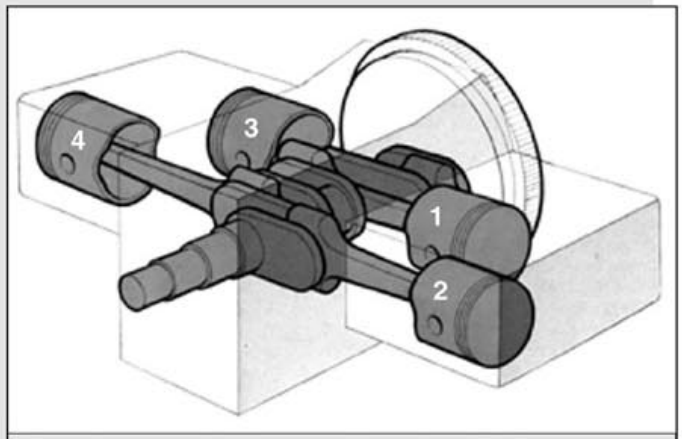
9. Repita o procedimento para cada um dos cilindros e compare com os valores abaixo:

Motores com taxas de compres.	Prefixos	Compres. dos cilindros (atm)	Diferença máx. compres. entre os cilindros.
7,2 : 1	UA	9,5 a 7,5	1,5 atm
7,5 : 1	UF/UG/UFA/UGA	10,0 a 8,0	
11 : 1	UJ/UK/UJA/UKA	14,5 a 12,5	

Atenção: encontrando valores menores do que o especificado, significa que há uma deficiência de vedação dos cilindros. Neste caso, é possível que haja uma folga elevada entre as pontas dos anéis, folga dos anéis na canaleta dos pistões ou deficiência de vedação nas válvulas. Veremos isso na próxima edição.

Motor de 1600 cm³ arrefecido a ar (II)

Os motores Volkswagen arrefecidos a ar ganharam fama, entre outros motivos, pelo desenvolvimento de um sistema que, para a troca térmica, não utilizava água, nem radiador. Mas, nada se compara a construção boxer. Graças a disposição contraposta dos cilindros, associada a outros recursos, foi possível construir um motor tão compacto que levou ao desenvolvimento de um conjunto motopropulsor integrado para a tração traseira – solução que, registre-se, é a base utilizada até hoje nos veículos de tração dianteira.

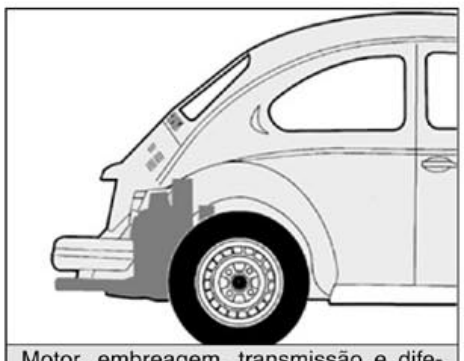


Os motores arrefecidos a ar de quatro cilindros possuem somente três mancais fixos (munhões) para a árvore de manivelas, contra cinco necessários normalmente para os motores em linha, também de quatro cilindros.

Quando o Volkswagen de Ferdinand Porsche foi lançado, a grande maioria dos veículos tinha motor e câmbio dianteiro. E o fluxo de força da transmissão para o diferencial era levado através de uma árvore de transmissão externa conhecida como cardã. O diferencial, por sua vez, recebia o fluxo de força no sentido longitudinal do veículo, e o transformava em transversal para fazer chegar até as rodas, utilizando-se de outras duas árvores de transmissão.

Essa característica construtiva, apesar de ser muito utilizada até o princípio da década de 1980 pela grande maioria das marcas de automóveis, apresentava desvantagens: exigia um grande volume de peças móveis para o sistema de transmissão; mancais de centro para apoiar o cardã; espaço na parte inferior do veículo para alojar as árvores de transmissão; sem falar que limitava o funcionamento da suspensão traseira, pois, além do elevado peso não-suspenso, as cruzetas não possuíam articulação que lhes garantisse boa angulação de trabalho como temos hoje com as flanges de propulsão homocinéticas, entre outros aspectos.

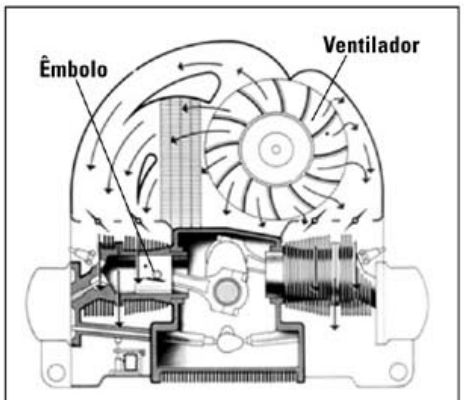
Pode-se dizer que o sistema de tração formando um conjunto motopropulsor único, reunindo motor, transmissão e diferencial como o utilizado no Fusca, foi o antecessor do sistemas compactos longitudinais empregados atualmente para a tração dianteira.



Motor, embreagem, transmissão e diferencial, tudo junto. Assim se tornou popular os compactos conjuntos motopropulsores.

Entre as características construtivas, a que mais colaborou para o ganho de espaço foi a construção *boxer*. Com os cilindros contrapostos na horizontal, formando dois bancos de cilindros de cada lado, foi possível a utilização de uma árvore de manivelas curta, comparando-se com as tradicionais usadas nos motores de quatro cilindros em linha. Isso contribuiu para que a construção se tornasse muito compacta.

Apesar de, ainda hoje, ser um motor estranho, devido as suas particularidades, o motor Volkswagen arrefecido a ar possui alguns pontos positivos: a produção de torque, por exemplo, ocorre com reduzidas pulsações e movimentações, graças ao bom equilíbrio mecânico e ao posicionamento dos cilindros.



Na construção *boxer* o equilíbrio mecânico é excelente: o movimento realizado por um cilindro é contraposto pelo cilindro homólogo em sentido contrário.

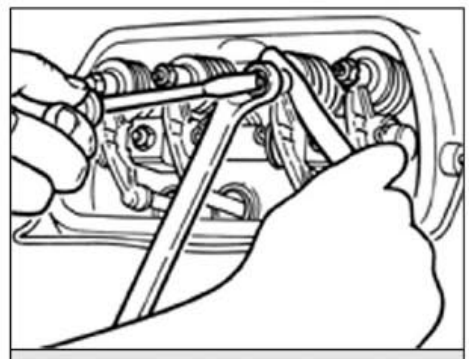
As pulsações provocadas pela geração de torque pela energia elástica da combustão, são compensadas pelo tempo de compressão do cilindro contraposto, minimizando as movimentações do conjunto. Se houvesse uma fórmula de custo reduzido para diminuir os ruídos aerodinâmicos e as emissões provenientes da combustão (são amplificadas pelas aletas do cilindros para o ambiente externo), certamente teríamos um sério concorrente para as versões em linha.

Dicas de diagnósticos e reparos

Na edição 194, abordamos repassamos três dicas básicas para o bom funcionamento dos motores arrefecidos a ar: regulagem do avanço inicial de ignição, regulagem das válvulas e a verificação da compressão dos cilindros. Todos esses itens são obrigatórios para a regulagem completa desse tipo de motor, considerando os valores e especificações, que variam em função do prefixo de cada um. Para a regulagem do avanço inicial de ignição, vimos a correta posição de referência na carcaça do motor e identificamos, para cada prefixo de motor, a marca na polia que deve ser utilizada.

No motor com injeção eletrônica, a posição do distribuidor é a referência básica para a injeção seqüencial. É esta regulagem que define o exato momento em que as válvulas injetoras devem começar a injetar combustível.

A regulagem das válvulas é outro cuidado importante nesses motores. Especialmente nos motores com injeção eletrônica, o exato momento de abertura das válvulas deve estar sincronizado com aquele em que ocorre a injeção de combustível. Vimos na edição anterior, que essas válvulas devem ser reguladas com o motor frio, com a folga de 0,10 mm.



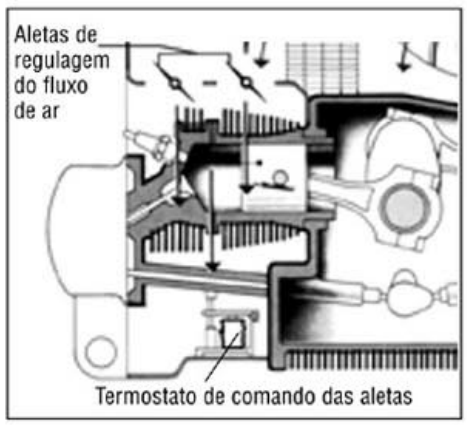
Após posicionar o cilindro em regulagem na posição de ponto morto alto, a folga deve ser regulada utilizando-se um calibre de folga de 0,10 mm, girando o parafuso de regulagem com uma chave de fenda. O calibre deve deslizar suavemente.

A terceira dica que apresentamos foi a verificação de compressão. Vimos que existe um valor mínimo e outro máximo da compressão nominal. Alertamos, porém, que os números publicados, referem-se a um motor novo, sendo normal encontrarmos, após o amaciamento do motor, valores superiores em torno de 10% em relação ao nominal.

Porém, de nada adianta, utilizando-se, por exemplo, o valor de compressão dos cilindros para os motores de prefixo UG, que podem variar entre 8 atmosferas e 10 atm, encontrarmos um cilindro com 8 atm e outro com 10 atm. Apesar de estar entre o mínimo e o máximo, a diferença de compressão entre os cilindros ultrapassou a tolerância de 1,5 atm. Sendo assim, não basta apenas medir a compressão e verificar se está dentro ou ligeiramente acima do especificado. É fundamental, também, verificar se a diferença entre o valor mínimo encontrado em um dos cilindros e o valor máximo, está dentro do especificado.

Atenção: para finalizar esta dica, vamos destacar que, ao medir a compressão nos motores com injeção eletrônica, deve-se desligar o sensor Hall do distribuidor para evitar que ocorra injeção de combustível durante as partidas com o motor de arranque.

Outra informação importante para o bom funcionamento dos motores arrefecidos a ar está no sistema de controle de temperatura. Nos motores carburados, utilizou-se por muitos anos, um termostato que controlava o fluxo de ar pelos cilindros em função da temperatura do ar que saía dos cilindros ao passar pelas suas aletas. Essa carga térmica era a referência. Quando o ar estava muito aquecido dilatava o fluido no interior do termostato, expandindo, por sua vez, a cápsula do dispositivo para modificar a posição dos defletores na carcaça do ventilador e elevar o fluxo de ar pelos cilindros.

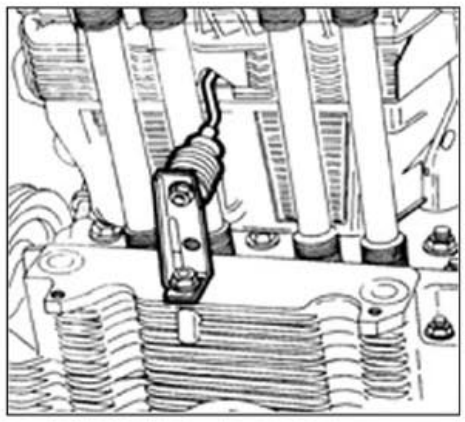


Para teste e substituição do termostato, basta fazer o seguinte:

1 - Remova a chapa defletora inferior esquerda dos cilindros.

2 - Remova o suporte do termostato.

3 - Desenrosque o termostato da haste de acionamento dos defletores



4 - Teste o termostato aquecendo-o em banho de óleo até atingir a temperatura entre 65° e 75° C. Nesta condição, o termostato deve estar completamente aberto. Caso isso não ocorra, deve ser substituído.

Atenção: o mecanismo de acionamento das aletas defletoras posicionados na carcaça da ventoinha, deve estar livre e sem deformações para garantir a livre movimentação.

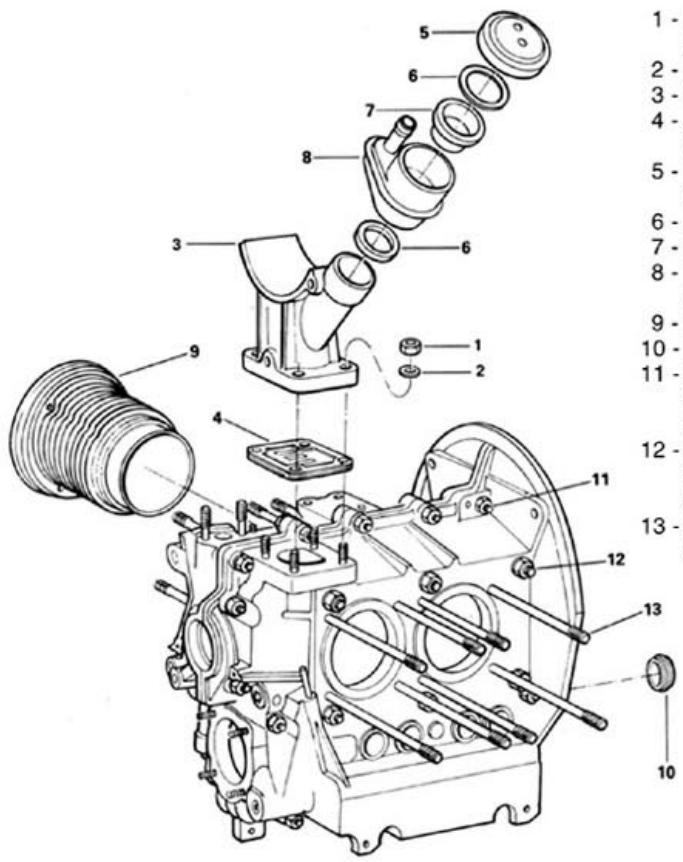
Dando continuidade às especificações técnicas dos motores arrefecidos a ar, apresentamos a seguir, uma tabela de calibragem e ajuste para os carburadores.

Reparos e limites de usinagem da carcaça do motor

A carcaça do motor arrefecido a ar é composta de duas metades fabricadas de uma liga metálica macia composta de alumínio, magnésio e zinco. Como características principais, destacamos a centralização dos mancais fixos (munhões), a altura mínima das carcaças caracterizada pela distância entre a junção e a superfície de assentamento dos cilindros, e o limite máximo de retífica da face da junção da carcaça.

Para os exames dimensionais nas metades da carcaça, deve-se desmontar completamente o motor e seus componentes periféricos, a bomba de

Desmembramento da carcaça e cilindros



1 - Porca de fixação do suporte do alternador
2 - Arruela
3 - Suporte do alternador
4 - Junta do suporte do alternador
5 - Tampa do tubo de enchimento de óleo
6 - Junta
7 - Parafuso oco
8 - Tubo de enchimento de óleo
9 - Cilindro
10 - Tampa de vedação
11 - Porcas M8 de fixação das metades da carcaça
12 - Porca M12 de fixação das metades da carcaça
13 - Prisioneiros para os cabeçotes

Tabela de calibragem e ajustes

Prefixo do motor	UA	UF	UFA	UG	UG 1992 ▶	UH	UJ	UJA	UK	UK 1992 ▶
– Desde o nº	000.653	000.124	000.100	000.115	089.225	00.112	000.114	000.101	000.111	101.593
– Até o nº	067.180	035.443	044.846	088.218	–	002.711	107.597	004.734	101.590	–
– Tipo do carburador	H 32 PDSI	H 30/31 PICT	H 32/34 PDSIT	H 32/34 PDSIT	H 32/34 PDSIT	H 32 PDSI	H 32 PDSIT	H 32/34 PDSIT	H 32 PDSIT	H 32/34 PDSIT
– Quantidade de caburadores	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2
– Nº do carburador	040 129 027.31 040 129 028.31	040 129 017.1 –	040 129 027.55 040 129 028.55	040 129 027.41*1 040 129 028.41*1	040 129 027.48 040 129 028.48	040 129 027.42 040 129 028.42	040 129 027.43 040 129 028.43	040 129 027.54 040 129 028.54	040 129 027.44 040 129 028.44	040 129 027.49 040 129 028.49
– ø Difusor mm	24	25,5	24	22	22	24	22	22	22	22
– Calibre do pulverizador principal	137,5	132,5	120	115	117	132,5	157,5	157,5	157,5	157,5
– Calibre do ar do pulverizador principal	70	120	100	130	130	70	115	115	125	125
– Calibre do pulverizador da marcha-lenta	50	57,5	45	50	50	50	60	55	62,5	62,5
– Calibre do ar da marcha-lenta	200	125	180	180	180	200	200	200	200	200
– Altura do tubo injetor da bomba de aceleração mm	9	0,2 a 0,6	3 a 4	8,75 a 9,25	3 a 4	8,75 a 9,25	3 a 4	3 a 4	3 a 4	3 a 4
– Calibre do tubo injetor da bomba de aceleração	40	60	40	40	40	40	70	70	70	70
– ø Válvula estilete mm	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51
– Peso da bóia g	7,0	10,5	5,5 a 7,5	7,4	4 a 6	7,4	7,4	5,5 a 7,5	7,4	4 a 6
– Altura do nível de gasolina da cuba mm	14 a 16	20,9 a 22,9	14,5 a 16,5	14 a 16	14,5 a 16,5	14 a 16	14 a 16	14,5 a 16,5	14 a 16	14,5 a 16,5
– Vazão da bomba de aceleração/ 5 acionamentos cm^3	0,6 a 0,8	1,2 a 1,6	0,75 a 2,25	0,5 a 0,8	0,75 a 2,25	0,35 a 0,65	1,2 a 1,6	4 a 6	1,1 a 1,5	5,5 a 7,5
– Abertura da válvula da borboleta de aceleração mm	0,75 a 0,85	0,9 a 1,1	0,75 a 0,85	0,75 a 0,85	0,75 a 0,85	0,75 a 0,85	0,8 a 0,9	0,8 a 0,9	0,8 a 0,9	0,8 a 0,9

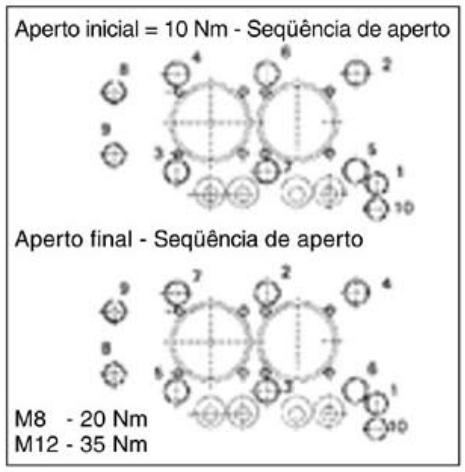
*1 A partir de 02/90 os nº dos carburadores passaram a ser: 040129027.47 e 040129028.47

óleo e sua válvula de sobrepressão, o mecanismo da árvore de manivelas e pistões e o mecanismo de comando das válvulas. Em seguida proceda da seguinte maneira:

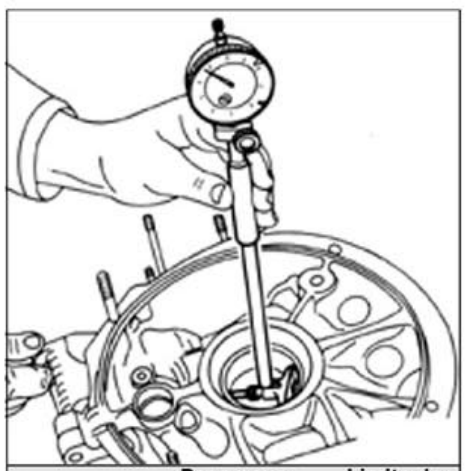
1 - Lave cuidadosamente as metades da carcaça, eliminando os resíduos de veda-juntas e evitando batidas e danificações, principalmente nas superfícies retificadas.

2 - Examine visualmente a existência de trincas ou deformações.

3 - Monte os casquilhos do comando de válvulas com a respectiva árvore de comando, e feche a carcaça observando a seguinte seqüência de aperto:



4 - Verifique as medidas dos alojamentos dos casquilhos da árvore de manivelas, utilizando um súbito. Observe que o mancal número 1 é o do lado do volante.



Medidas	Peça nova (mm)	Limite de desgaste
Mancais 1, 2 e 3		
Diâm. stand.	65,00 a 65,02	65,03 mm
Sobremedida	65,50 a 65,52	–
Mancal 4		
Diâm. stand.	50,00 a 50,02	50,04 mm
Sobremedida	50,50 a 50,52	–

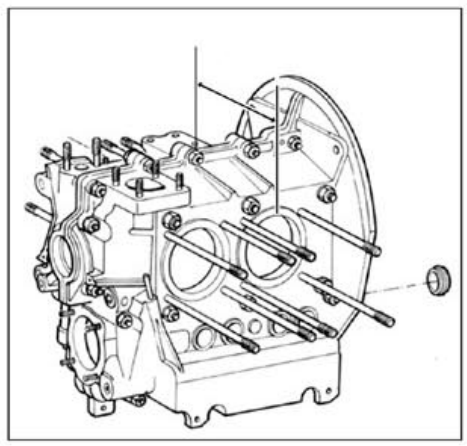
Observe que é possível uma operação de usinagem na carcaça para recuperar a circunferência dos alojamentos dos casquilhos fixos. Com essa prática, é importante não esquecer que, pois, além da folga radial entre a árvore de manivelas e o mancal, será necessário adotar um casquilho de sobremedida externa para o ajuste no alojamento da carcaça.

Observe os jogos de casquilhos disponíveis para os motores arrefecidos a ar.

Tabela dos casquilhos fixos disponíveis	
Medidas	**Característica**
STD	Medidas int. e ext. standard
Int. 0,25	Int. = 0,25 mm / ext. = STD
Int. 0,50	Int. = 0,50 mm / ex. = STD
Int. 0,75	Int. = 0,75 mm / ext. = STD
Ext. 0,50	Ext. = 0,50 mm / int. = STD
Ext. 0,50/ Int. 0,50	Ext. = 0,50 / Int. = 0,50

Atenção: logicamente, dependendo da extensão do dano, é possível uma recuperação da carcaça usinando-se somente os alojamentos dos mancais fixos.

Outra dica importante para o reaproveitamento da carcaça do motor, é a possibilidade de retificar a face de junção das metades da carcaça. O limite para essa usinagem se consegue com o controle da medida entre a junção das metades da carcaça até a superfície de assentamento dos cilindros.



Com essa medida torna-se possível reaproveitar uma carcaça considerada irrecuperável, através da usinagem das faces da junção das metades da carcaça, permitindo, assim, a recuperação das medidas dos alojamentos dos mancais fixos, alojamento dos mancais do comando de válvulas e bomba de óleo. Observe as medidas:

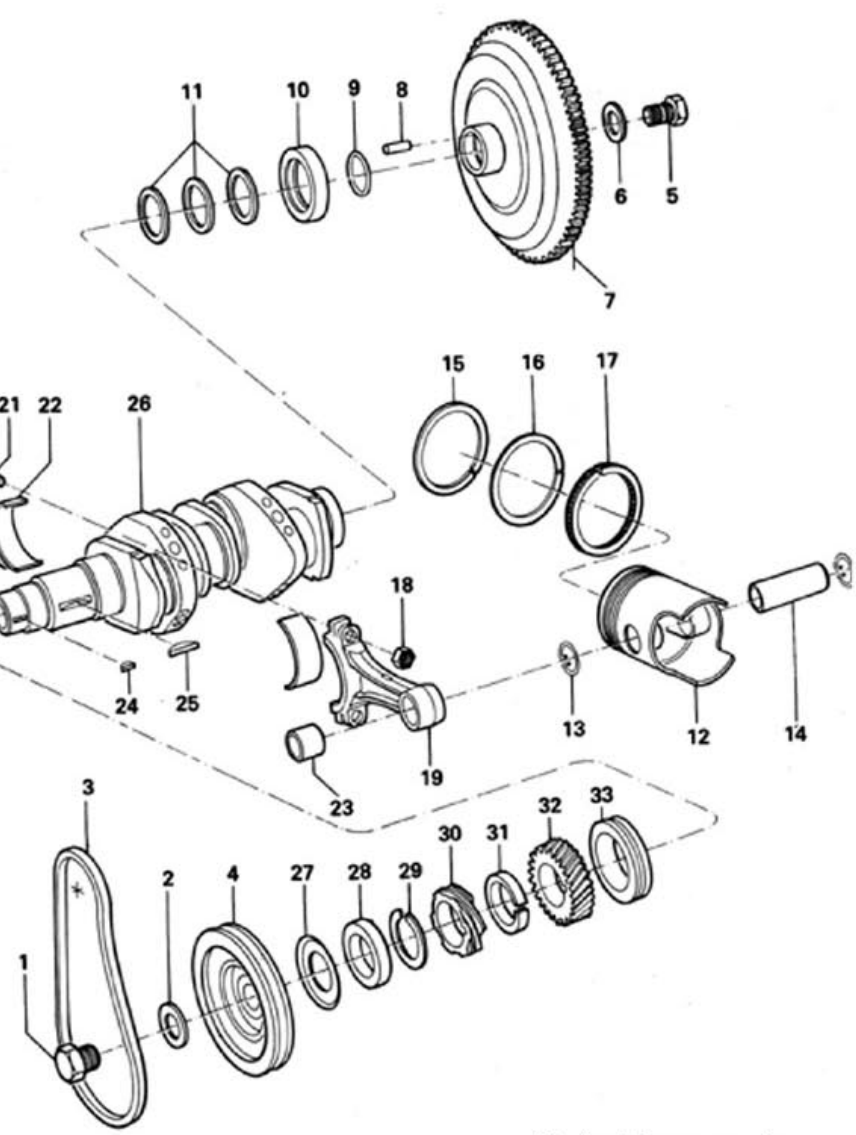
Medidas	Peça nova	Limite de desgaste
Mancais 1, 2 e 3		
- Diâmetro standard	65,00 a 65,02 mm	65,03 mm
- Sobremedida	65,50 a 65,52 mm	–
Mancal, 4		
– Diâmetro standard	50,00 a 50,02 mm	50,04 mm
– Sobremedida	50,50 a 50,52 mm	–
Furação da árvore de comando das válvulas		
– Diâmetro standard	27,50 a 27,52 mm	–
– Sobremedida	28,00 a 28,02 mm	–
Furação para os tuchos (diâmetro)	19,00 a 19,02 mm	19,05 mm
Furação para a bomba de óleo (diâmetro)	70,00 a 70,03 mm	99,70 mm
Distância entre a junção e a superfície de assentamento dos cilindros	99,95 a 100,05 mm	–
Limite para retífica da junção da carcaça (lado esquerdo e direito)	Máximo 0,20 mm	–

Observe rigorosamente essas medidas de reaproveitamento da carcaça. Usinando-se a face de junção da carcaça, acima de 0,20 mm permitidos, altera-se a taxa de compressão devido ao maior avanço (aproximação) dos pistões em relação ao cabeçote. Medidas maiores do que as permitidas certamente provocarão detonações e encurtamento da vida útil do motor.

Reparos e limites de usinagens da árvore de manivelas

O mecanismo de árvore de manivelas e pistões dos motores arrefecidos a ar também permitem retíficas de reaproveitamento.

Desmembramento da árvore de manivelas, pistões



1 - Parafuso da polia da árvore de manivelas
2 - Arruela
3 - Correia trapezoidal
4 - Polia da árvore de manivelas
5 - Parafuso oco do volante do motor
6 - Arruela
7 - Volante do motor
8 - Pino-guia do volante
9 - Anel vedador do volante
10 - Vedador
11 - Arruelas espaçadoras
12 - Pistão
13 - Anel de retenção do pino do pistão
14 - Pino do pistão
15 - Anel de compressão superior
16 - Anel de compressão inferior
17 - Anel raspador de óleo
18 - Porca da biela
19 - Biela
20 - Capa da biela
21 - Parafuso da biela
22 - Bucha da biela
23 - Casquilho da biela
24 - Chaveta
25 - Chaveta
26 - Árvore de manivelas
27 - Arruela defletora de óleo
28 - Casquilho do mancal 4
29 - Anel de retenção da engrenagem de comando do distribuidor
30 - Engrenagem de comando do distribuidor
31 - Arruela espaçadora
32 - Engrenagem da árvore de manivelas
33 - Casquilho do mancal 3

Motor de 1600 cm³ arrefecido a ar (III)

Entre as características que contribuíram para tornar os motores VW arrefecidos a ar famosos, está a versatilidade no recondicionamento. Carcaça, árvore de manivelas, bielas, árvore de comando das válvulas, cilindros e até a polia motora principal, apresentam opções de sobremedidas que tornam esses componentes passíveis de operações de usinagens que, bem ajustadas, darão fôlego novo a um motor anteriormente cansado.

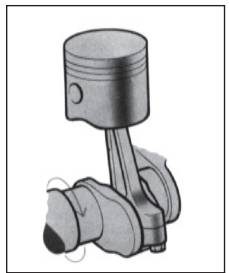
O processo de recondicionamento de um motor é composto por um conjunto de operações que envolve a desmontagem completa, inspeção visual e dimensional, usinagens, medições de controle, recuperação de ângulos de assentamentos e a montagem dos componentes com troca de peças. Tudo deve ser executado conforme as especificações de folgas, regulagens e torques, exatamente como os fabricantes recomendam.

Os motores arrefecidos a ar possibilitam diversas operações de usinagens que garantem excelente índice de reaproveitamento de peças. Na edição 195 conhecemos as medidas e as respectivas possibilidades de recuperação, através de usinagens, da carcaça do motor e árvore de manivelas. Vimos, por exemplo, que é possível realizar operações de usinagem na carcaça, até para recuperar a cilindricidade dos alojamentos dos casquilhos fixos com a possibilidade, ainda, de nova usinagem nas faces de junção das duas metades das carcaças. Esse trabalho de reaproveitamento, seguindo rigorosamente os limites dimensionais apresentados, garante a facilidade de reparo com reduzido custo.

Reparos e limites de usinagens das bielas

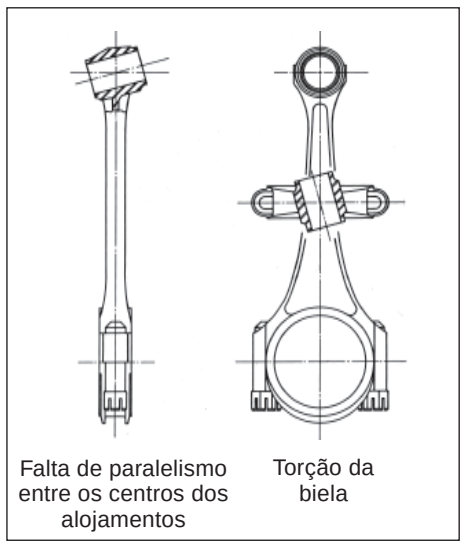
Outra possibilidade de recuperação de componentes, neste tipo de motor, é o reaproveitamento das bielas. Este item de recuperação de componente tem especial importância, pois com a elevação da folga axial da árvore de manivelas, em função do uso e desgaste de componentes, e os constantes acionamentos da embreagem, o conjunto árvore de manivelas e pistões é forçado axialmente. Isso pode provocar desgastes irregulares nos cilindros e deformações nas bielas, devido ao esforço lateral exigido.

Essa característica de trabalho exige perfeito alinhamento do conjunto pistão e biela, pois trata-se, efetivamente, da transformação de energia com a modificação do movimento mecânico. O princípio biela e pistão tem a função de transformar o movimento linear do êmbolo em movimento rotativo na árvore de manivelas. Para isto, a expansão elástica que ocorre na câmara de combustão impele violentamente o pistão e a biela para baixo, gerando, na árvore de manivelas, o momento de torção que produz a rotação.



A elevada pressão elástica derivada do fenômeno da combustão produz o momento de torção da árvore de manivelas.

As bielas recebem elevada solicitação mecânica, principalmente quando o motor trabalha com momentos de ignição que produzem detonações. Isso faz com que o processo de combustão ocorra de forma descontrolada, ainda no tempo de compressão dos cilindros, gerando fortes pressões na cabeça do pistão e flexões nas bielas. Junto com essas forças, o trabalho com folga axial exagerada na árvore de manivelas, devido a desgaste acentuado dos mancais que definem a posição axial, exigem das bielas a transformação de movimentos fora do momento correto em que a decomposição de forças deveria ocorrer, resultando em trabalhos desalinhados e esforços laterais na haste e na região do pino. Tais condições, com freqüência, produzem deformações nas bielas que resultam em flambagens (empenamentos), desalinhamento de paralelismo na região do olhal menor (pino do pistão) ou torções. Observe:



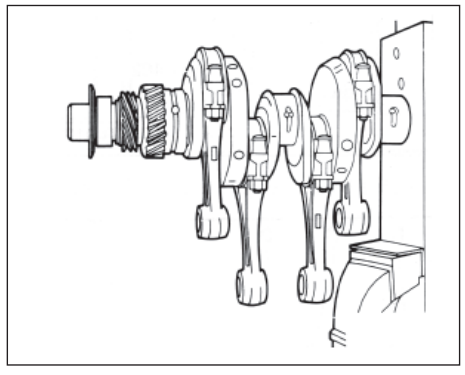
Falta de paralelismo entre os centros dos alojamentos

Torção da biela

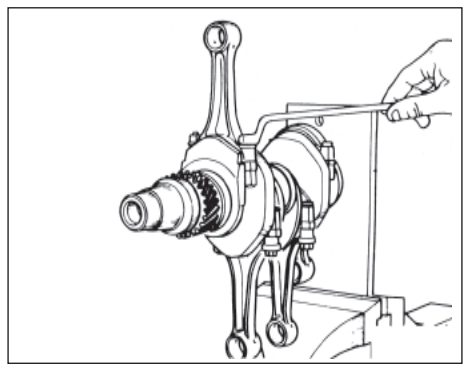
Desta forma, para examinar as bielas, fique atento aos alinhamentos longitudinal e transversal, e ao paralelismo entre os olhais maior e menor. Verifique também as dimensões da biela.

Para examinar os alinhamentos e torções das bielas, proceda da seguinte maneira:

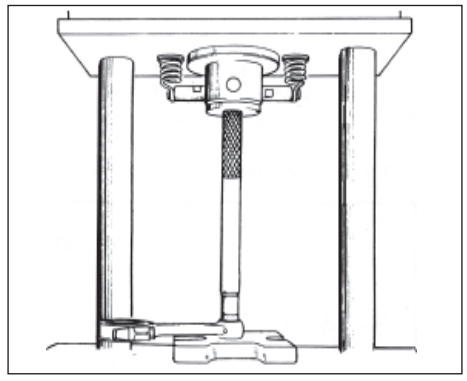
1 – Fixe a árvore de manivelas num suporte ou volante de motor adequado com auxílio de uma morsa. Marque cada uma das bielas com a numeração correspondente ao cilindro a que pertence, numa elevação existente na região central da haste da biela.



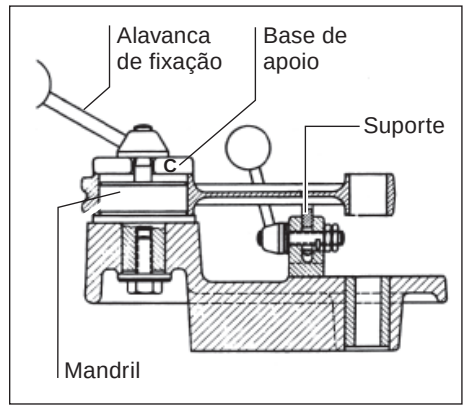
2 – Desaperte as porcas das bielas e remova essas peças com seus respectivos casquilhos.



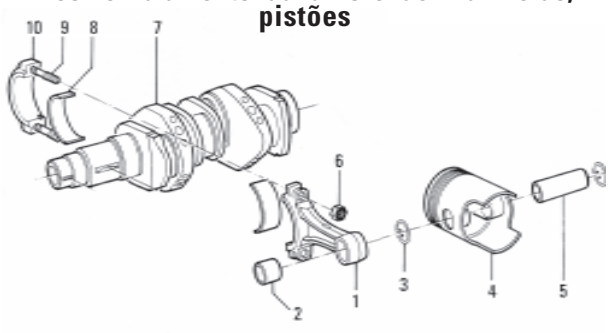
3 – Para examinar o alinhamento da biela será necessário remover a bucha de conexão desta com o pino do pistão, pois folgas na bucha podem provocar erros de interpretação durante o exame da biela no gabarito. Sendo assim, usando um pino de pressão adequado, remova a bucha da biela.



4 – Instale a biela a ser analisada no gabarito de bielas.



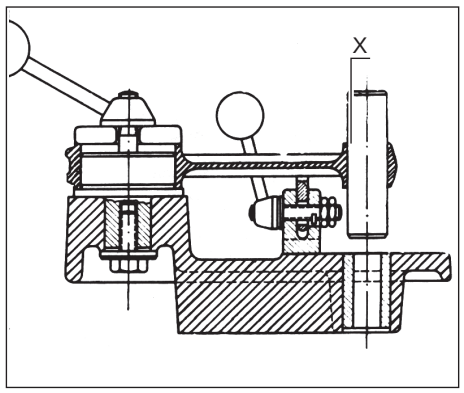
Desmembramento da árvore de manivelas, pistões



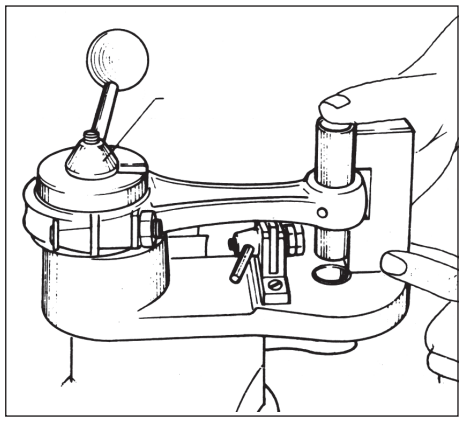
1 - Biela
2 - Bucha do conjunto biela/pino do pistão
3 - Anel de retenção do pino do pistão
4 - Pistão
5 - Pino do pistão
6 - Porca da biela
7 - Árvore de manivelas
8 - Casquilho da biela (móvel)
9 - Prisioneiro da capa da biela
10 - Capa da biela

5 – Coloque a base de apoio (C) na devida posição e aperte a alavanca de fixação (B), até que a biela fique com alguma folga nos dois sentidos. Nesta posição, o suporte (D) deve estar solto.

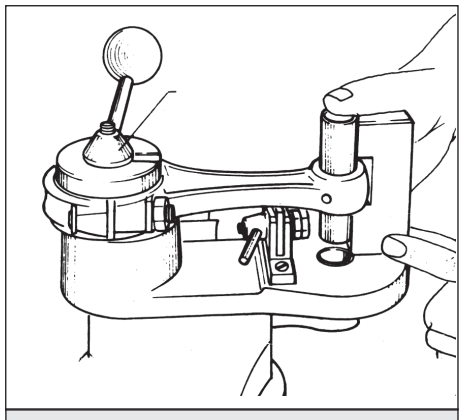
6 – Introduza o pino (X) no pé da biela (olhal menor) comprimindo-o contra o mandril (A), de modo que não haja oscilações entre este e o olhal menor da biela. Fique atento porque não deve haver oscilações entre o pé e o corpo da biela.



7 – Examine o alinhamento da biela (paralelismo e torção, com o calibre.



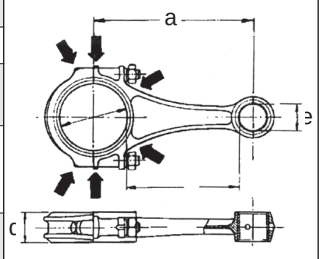
8 – Caso necessário, aperte totalmente a alavanca de fixação (B) e force a biela ao alinhamento com um pino-alavanca adequado, cujo diâmetro preencha totalmente o furo de alojamento da bucha da biela. Com este recurso, será possível reposicionar o olhal menor da biela, corrigindo torções e desalinhamentos. Confira novamente com o calibre, verificando a passagem de luz em diversas posições do pino.



Este tipo de correção para recuperar o alinhamento da biela só pode ser feito a frio.

Feita esta correção dimensional, dê especial atenção as dimensões padrão das bielas utilizadas nos motores arrefecidos a ar.

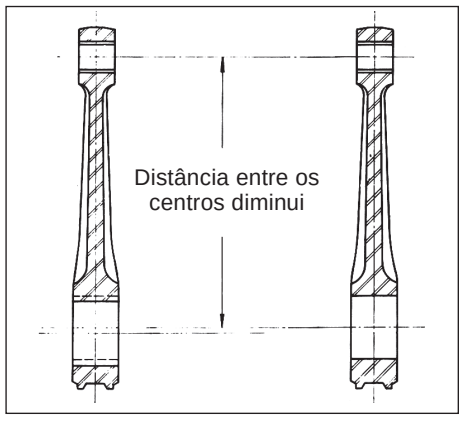
Dimensões das bielas		
Referências dimensionais	**Medidas**	**Desenho**
Distância entre centros (a) ..... (mm)	137,0	
Medida sem casquilhos e buchas ..... (mm)	96,0	
Diâmetro dos moentes sem casquilhos .. (mm)	57,8	
Largura do moente (d) ..... (mm)	22,6 a 22,8	
Diâmetro do furo para o pino do pistão (sem bucha) ..... (mm)	24,0	
Folga entre a bucha e o pino do pistão Normal ..... (mm) Limite de desgaste ..... (mm)	 0,01 0,04	
Diferença máxima de massa entre as bielas – peça nova ..... (g)	4,0	
Em reparo ..... (g)	10,0	
Alívio máximo de massa numa biela ..... (g)	8,0	
*(Remova material somente nas regiões indicadas pelas setas)		



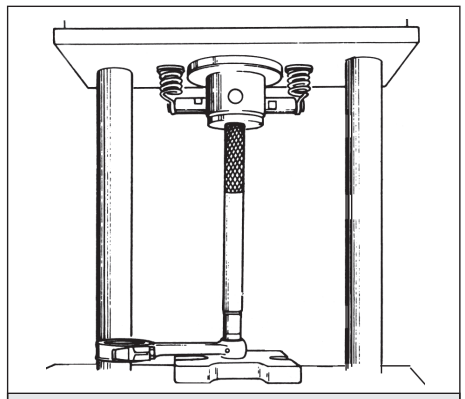
As bielas dos motores arrefecidos a ar, além de permitirem este tipo de alinhamento a frio, podem ser usinadas no mancal de moente para uso de casquilhos com sobremedidas que permitem compensar usinagens adicionais no olhal maior, na árvore de manivelas e/ou em ambos. Observe:

Dimensões dos casquilhos das bielas		
Padrão	**Interno (mm)**	**Externo (mm)**
Standard STD	STD	
Sobremedida 0,25	0,25	–
Sobremedida 0,50	0,50	–
Sobremedida EXT 0,75	–	0,75
Sobremedida EXT 0,25	–	0,25
Sobremedida 0,25 x 0,25	0,25	0,25
Sobremedida 0,50 x 0,25	0,50	0,25

Atenção*: *nunca recondicione as bielas rebaixando as capas e as hastes. Este tipo de usinagem faz com que a distância entre os centros do olhal menor e do maior diminua, alterando consideravelmente a taxa de compressão do motor.

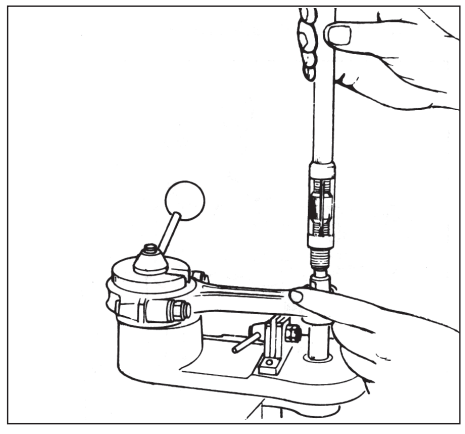


9 – Após a avaliação dimensional da biela, é possível instalar a nova bucha de conexão biela/pino do pistão. Observe que no furo de alojamento da bucha existe um lado escariado para facilitar a entrada da desta. Instale a nova bucha utilizando uma prensa de forma que a bucha seja montada com o devido paralelismo entre esta e a biela.



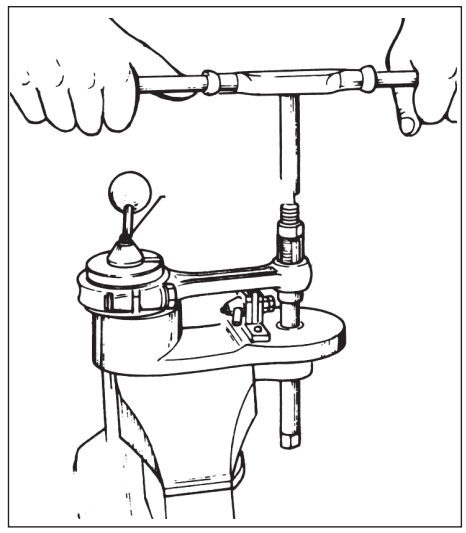
Logo após a instalação da nova bucha, se necessário, providencie os furos de lubrificação, utilizando uma broca adequada.

10 – Retorne a biela ao dispositivo gabarito para que a nova bucha tenha o diâmetro alargado para a medida de peça nova, de forma que o pino do pistão possa ser introduzido com uma leve pressão dos dedos, sem óleo e em temperatura normal. Para isso, utilizando um alargador, proceda da seguinte maneira:



11 – Aperte firmemente a alavanca (B) e o suporte (D) para apoiar a biela

12 – Alargue a bucha, utilizando como referência para regular a dimensão do alargador, o diâmetro do pino do pistão. Observe que a superfície alargada não deve apresentar riscos, nem marcas de usinagem.



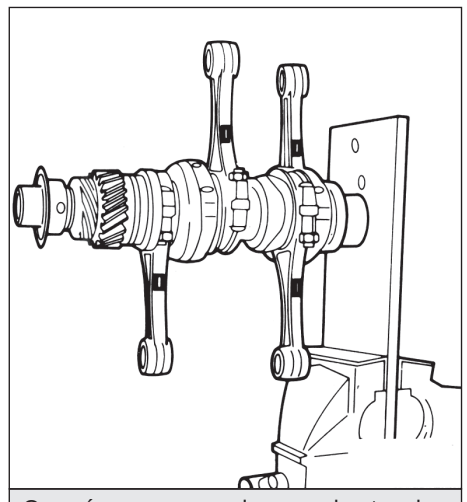
13 – Observe que o pino do pistão deve permitir que seja introduzido na bucha com uma leve pressão dos dedos, sem auxílio de óleo e em temperatura normal.

14 – Verifique novamente o alinhamento da biela, agora com a nova bucha, utilizando como pino de referência o próprio pino do pistão.

15 – Verifique o peso das bielas. Em caso de reparo, a diferença máxima de peso entre as bielas de um motor é de 10 g.

Atenção: O peso da biela pode ser reduzido até 8 g.

16 – Monte os casquilhos no olhal maior das bielas e, em seguida, as bielas na árvore de manivelas.



Os números gravados na haste das bielas e nas capas dos mancais devem ficar voltados para o mesmo lado. E as marcas forjadas, para cima.

17 – Aperte as porcas das bielas com 4,0 a 5,0 kgfm (40 a 50 Nm). Observe que as bielas lubrificadas com óleo de motor devem deslizar por seu próprio peso.

Atenção: examine a folga axial das bielas no moente da árvore de manivelas. A folga deve estar entre 0,10 a 0,40 mm e o limite de desgaste deve ser de 0,70 mm.

Continua na próxima edição

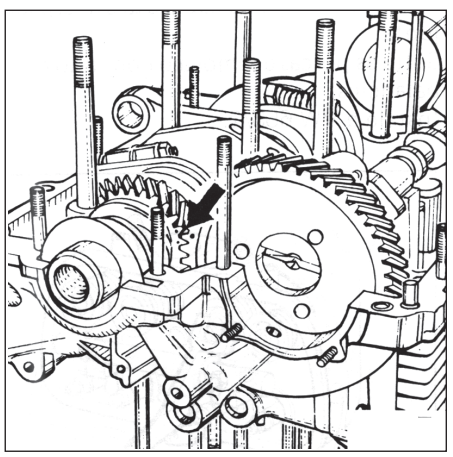
Motor de 1600 cm³ arrefecido a ar (IV)

O mecanismo de comando das válvulas dos motores Volkswagen arrefecidos a ar seguem o princípio convencional de funcionamento, pois usam a árvore de comando integrada ao bloco. Isso exige a aplicação de grande quantidade de peças móveis: comando de válvula, tucho, haste, balancim, eixo dos balancins e válvula. Porém, enquanto nos motores convencionais de cilindros em linha, este conjunto trabalha verticalmente, nos motores boxer, os componentes são dispostos na horizontal.

Nas três edições anteriores, vimos as especificações e dicas de regulagens dos motores arrefecidos a ar. Conhecemos as medidas para recuperação das carcaças, árvore de manivelas e bielas. E ressaltamos que essa geração de motores construiu sua fama de robustez e de fácil reparação, graças as opções que apresenta para recuperar suas peças com variadas sobremedidas. Tais características também valem para o sistema de comando de válvulas e cilindros.

Reparos e limites de usinagens na árvore de comando das válvulas

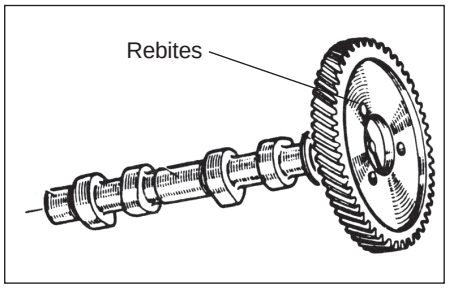
O sincronismo mecânico da árvore de manivelas com a árvore de comando das válvulas é feito por um par de engrenagens. Logicamente, a engrenagem da árvore de manivelas é a motora, enquanto a do comando é a movida. Na engrenagem motora existem dois pontos (um em cada dente) que correspondem à posição de primeiro cilindro em ponto morto superior. Para garantir a posição de válvulas de admissão e escape fechadas, na engrenagem movida da árvore de comando das válvulas, existe um dente com um ponto, que deve ser posicionado entre os outros dois dentes da engrenagem da árvore de manivelas.



Para garantir o perfeito sincronismo entre as árvores de manivelas e de comando das válvulas, a primeira inspeção para avaliação da árvore de comando, após a desmontagem, deve acontecer nos rebites de fixação da engrenagem. Devido a grande importância dessa fixação, a engrenagem do comando não deve apresentar folga de trabalho entre os rebites e a flange de fixação no comando.

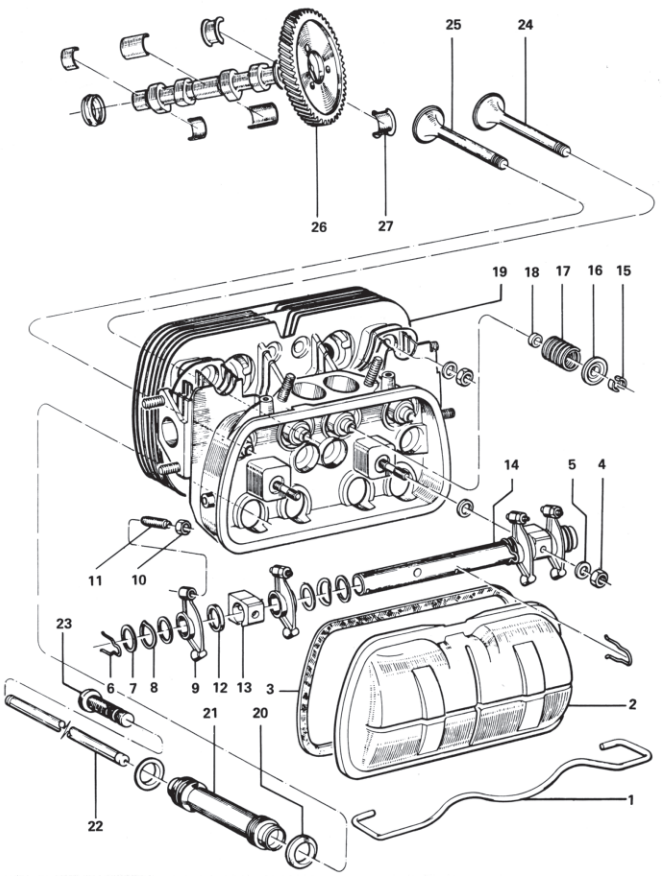
Atenção: caso isto aconteça, deve-se substituír, a árvore de comando das válvulas, nunca os rebites.

Outra inspeção importante na engrenagem da árvore de comando das válvulas é quanto a existência de desgastes ou danificações nas superfícies dos dentes, que devem se apresentar uniformes e brilhantes.

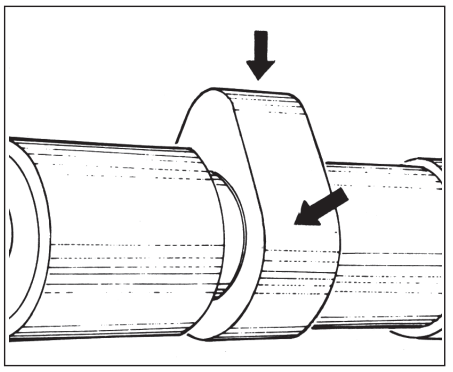


Em seguida, deve-se examinar o desgaste nos cames. Inicialmente deve-se verificar se apresentam desgaste excessivo que possa causar falta de paralelismo entre a superfície do came e o eixo geométrico da árvore. Em caso de dúvidas, basta observar diferenças na coloração das superfícies de contato e medir com um micrômetro, as duas extremidades dos cames, que não devem variar.

Mecanismo de comando das válvulas

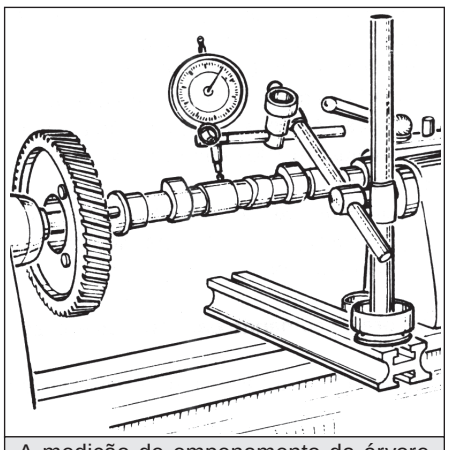


1 - Mola de retenção da tampa do cabeçote
2 - Tampa do cabeçote
3 - Junta da tampa do cabeçote
4 - Porca do suporte do balancim
5 - Arruela
6 - Grampo de retenção do eixo do balancim
7 - Arruela de encosto
8 - Arruela de pressão
9 - Balancim
10 - Porca-trava
11 - Parafuso de regulagem
12 - Arruela de poliamida
13 - Bucha espaçadora dos balancins
14 - Eixo dos balancins
15 - Chaveta da válvula
16 - Prato superior da mola da válvula
17 - Mola da válvula
18 - Vedador da haste de óleo da válvula
19 - Cabeçote
20 - Anel de vedação
21 - Tubo protetor da haste do tucho
22 - Haste do tucho
23 - Tucho
24 - Válvula de admissão
25 - Válvula de escape
26 - Árvore de comando das válvulas
27 - Casquilho



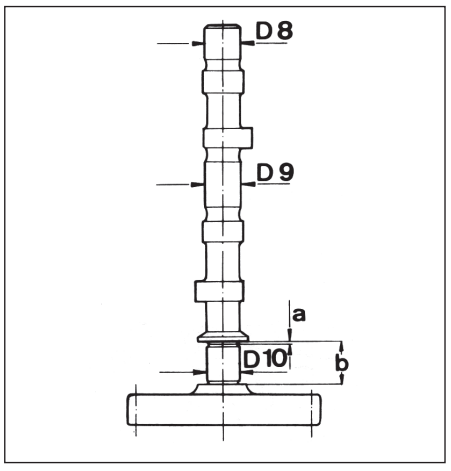
O desvio de centro da árvore de comando das válvulas (empenamento) deve ser verificado num dispositivo chamado entre-pontas.

Desvio máximo do comando de válvulas medido no munhão central	
Peça nova	0,02 mm
Limite de desgaste	0,04 mm



A medição de empenamento da árvore de comando das válvulas deve ser feita no munhão do mancal central.

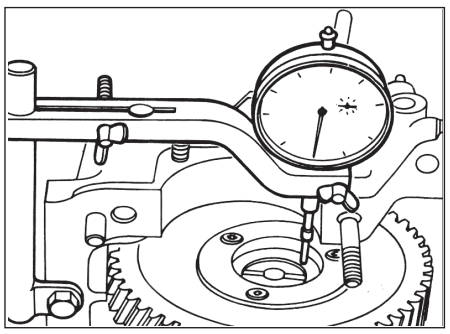
O próximo passo das inspeções da árvore de comando das válvulas permitirá definir a necessidade de operações de usinagem e retífica de acabamento superficial. Portanto, deve-se examinar as superfícies dos munhões para verificar a existência de rebarbas ou outras danificações superficiais para estabelecer se a retífica será necessária. Os valores das sobremedidas são os seguintes:



Árvore de comando das válvulas (medidas finais após retífica)			
	D8/D9/D10	a	b
Normal ..... (mm)	25,000 24,987	–	28,073 28,040
1ª sobremedida (mm)	24,750 24,737	–	28,073 28,040
2ª sobremedida (mm)	24,750 24,737	0,125 0,100	28,323 28,290
3ª sobremedida (mm)	24,500 24,487	0,125 0,100	28,573 28,540

Atenção: a árvore de comando das válvulas deve ser retificada na região dos munhões, utilizando-se uma pedra de retificar a óleo, composta de carboneto de silício com granulação 100 a 120 para o desgaste, e de 280 a 320 para o acabamento.

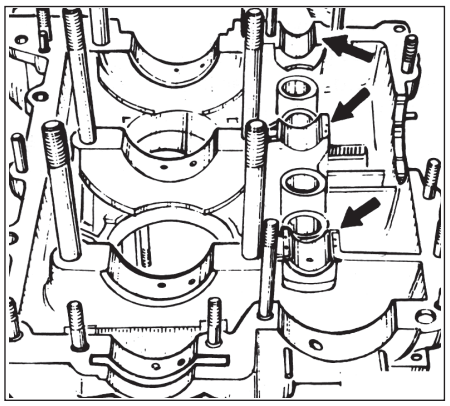
Após a retífica, deve-se verificar a folga axial do comando, que é determinada pela largura da medida "b". Para a medição será necessário a utilização de um relógio comparador centesimal e um suporte adequado.



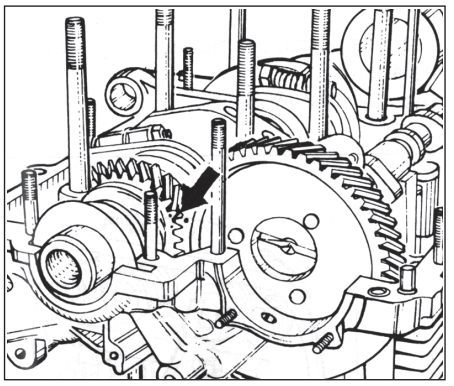
Folga axial do comando de válvulas após retífica	
Folga axial (peça nova) ..... mm	0,04 a 0,13
Folga axial (limite desgaste) ..... mm	0,16

Se a folga axial da árvore de comando das válvulas estiver acima do normal (0,04 a 0,13 mm), escolha, entre os casquilhos disponíveis no estoque, um, cuja largura compense a folga axial encontrada.

Monte todos os casquilhos do comando nas carcaças.

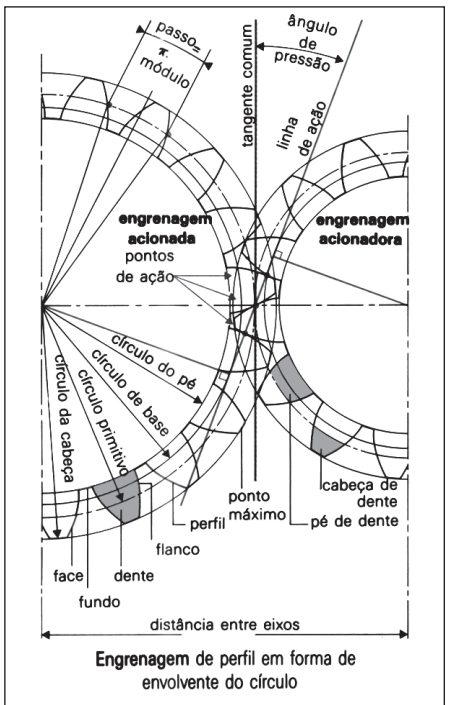


Lubrifique os munhões e os cames com óleo para motores ou pasta Molykote G. Instale a árvore de comando de válvulas observando a posição de sincronismo entre as engrenagens motora da árvore de manivelas e a movida do comando de válvulas. Para isto, o dente da engrenagem do comando assinalado com um ponto ou com a letra "N", deve ficar entre os dois dentes da engrenagem da árvore de manivelas que possui, na posição de primeiro cilindro em ponto morto superior (PMS), um ponto prensado (baixo relevo). Observe:



Após a montagem, verifique se há folga entre os dentes em toda a circunferência da engrenagem da árvore de comando das válvulas com a engrenagem da árvore de manivelas, ou se, ao submeter a árvore de manivelas ao giro, esta não expulsa o comando de válvulas dos mancais. Se houver folga entre os dentes, além de irregularidade no sincronismo mecânico, poderá gerar ruídos de trabalho no comando. Caso, ao girar a árvore de manivelas, haja a tendência do comando de válvulas ser expulso dos mancais, significa que existe elevada carga de trabalho entre as engrenagens.

Para normalizar a situação de engrenamento, a engrenagem do comando de válvulas possui sobremedidas que alteram o diâmetro primitivo. Vamos entender: o acasalamento de sincronismo dessas duas engrenagens de dentes helicoidais exige que haja uma folga de trabalho entre dentes para garantir a lubrificação – neste caso, deve estar entre 0,01 e 0,07 mm. A folga ocorre exatamente na posição de acasalamento dos dentes, numa dimensão construtiva das engrenagens chamada "diâmetro" ou "círculo primitivo".



A folga de trabalho entre duas engrenagens ocorre exatamente na posição tangente comum (ponto de encontro dos diâmetros primitivos das duas engrenagens).

Há 11 possibilidades dimensionais para a engrenagem do comando das válvulas, que podem variar de -3 a +7. Cada um desses valores negativos ou positivos é gravado na engrenagem e apresenta uma diferença no diâmetro primitivo de 0,02 mm entre um número e o imediatamente superior ou inferior. Por isso, na montagem do conjunto árvore de manivelas com o de comando de válvulas, deve ser feita uma inspeção nessa folga, em diversas posições da circunferência da engrenagem, para, se necessário, ajustá-la, trocando o comando de válvulas por outro imediatamente superior ou inferior. Ou seja: havendo folga elevada, deve-se substituir o comando por outro que tenha engrenagem com medida superior. Nas situações em que a folga seja pequena ou inexistente, deve-se substituir o comando por outro que possua engrenagem com medida menor.

Atenção: existem comandos com diagramas de válvulas diferenciados que são aplicados em função dos prefixos dos motores. Observe a tabela dos diagramas de válvulas:

Abertura e fechamento das válvulas			
Prefixo do motor	BJ,BY,BZ BG e UA	BK,BM, BX e BP	UG,UH,UF, UJ e UK
Princípio de admissão ... °APMA	9°48'	9°48'	5°03'
Término de admissão .... °DPMB	35°02'	35°02'	42°09'
Princípio de escape ..... °APMB	44°28'	51°18'	50°07'
Término de escape ..... °DPMA	4°14'	11°	2°17'

Observações: °APMA (graus antes do ponto morto alto)
°DPMB (graus depois do ponto morto baixo)

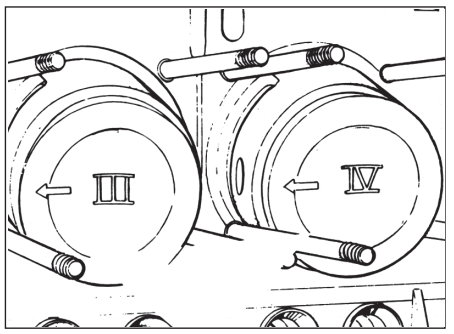
Reparos e limites de usinagens entre os cilindros e pistões

Quando tratamos das dicas de diagnósticos nos motores arrefecidos a ar, comentamos sobre a verificação da compressão. Vimos que existem valores mínimo e máximo da compressão nominal. Lembramos que os dados se referem a um valor de motor novo, sendo normal encontrarmos, após o amaciamento, valores superiores em torno de 10% do nominal. Porém, de nada adianta, utilizando-se, por exemplo, o valor de compressão dos cilindros para os motores de prefixo UG, que podem variar entre 8 e 10 atm, encontrarmos um cilindro com 8 atm e outro com 10 atm.

Os valores estão entre o mínimo e o máximo, mas a diferença de compressão entre os cilindros ultrapassou a tolerância de 1,5 atm. Sendo assim, não basta medir a compressão e verificar se está dentro ou ligeiramente acima do especificado. É fundamental, também, verificar se a diferença entre o valor mínimo encontrado em um dos cilindros e o valor máximo, está dentro do especificado.

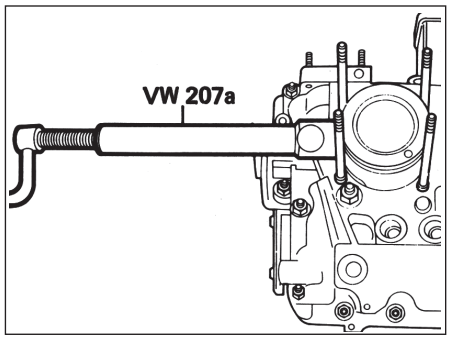
Os elementos que garantem a obtenção destes valores de compressão são: a folga entre o cilindro e o pistão, os anéis de segmento e avedação das válvulas. Vamos detalhar os cuidados e dar algumas dicas de diagnósticos, medições e possíveis reparos:

Marcação dos pistões – Inicialmente, antes da desmontagem dos pistões, é muito importante que sejam garantidas as posições de trabalho de cada um em relação ao respectivo cilindro.

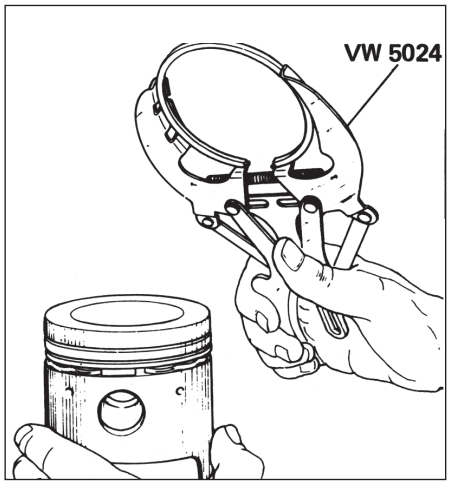


Assim, marque os cilindros e pistões, para assegurar a montagem na posição correta.

Outra dica importante, durante a desmontagem dos pistões: após a remoção dos anéis de retenção, deve-se retirar os pinos com um extrator específico, evitando a utilização de um martelo e um tocapino. Isso evita danificações na bielas durante a extração dos pinos.



Para a remoção dos anéis de segmento, nunca utilize as mãos. O alicate para anéis é o instrumento recomendado, pois impede a danificação das superfícies superiores da cabeça do pistão.

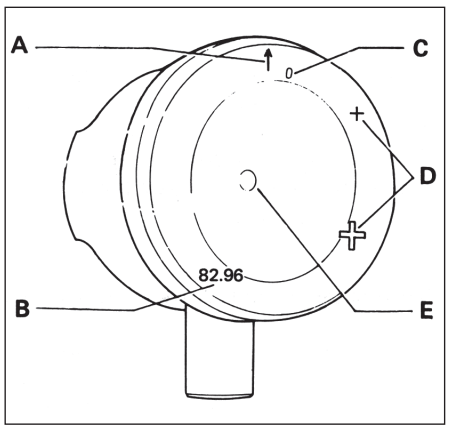


Técnicas da Oficina

Para a limpeza dos pistões, recomenda-se um detergente descarbonizante que elimina resíduos acumulados nas canaletas dos pistões.

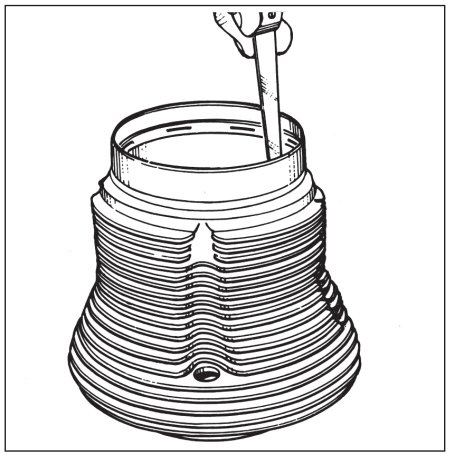
Atenção: jamais utilize lâminas de serra para limpar as canaletas dos anéis. Isso usina lateralmente as canaletas, aumentando a folga axial dos anéis e causando vazamentos nos cilindros.

Após a limpeza dos pistões, deve-se examinar o desgaste e a diferença máxima de peso entre os pistões do motor, não permtindo que ultrapasse 10g. Existem uma série de marcações na cabeça dos pistões que podem evitar erros durante as montagens. Observe:



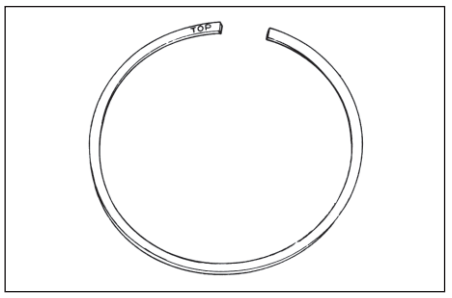
A - A seta indica o sentido de montagem do pistão em relação ao volante do motor
B - Diâmetro do pistão (mm)
C - Índice do número da peça
D - Marca estampada ou pintada que se refere a classificação do peso: + ou cinza significa que o pistão está com o peso acima do nominal; - ou marron, significa que o peso está menor do que o nominal do motor.
E - Marcação indicativa do tamanho do conjunto (azul ou rosa)

Os anéis de segmento devem ser avaliados inicialmente quanto ao desgaste que produz a elevação da folga entre as pontas. Para isso, coloque o anel na borda inferior do cilindro e empurre-o, utilizando um pistão, até chegar a uma distância de 4 mm a 5 mm da borda inferior. Meça a abertura entre pontas utilizando um calibre de folgas.

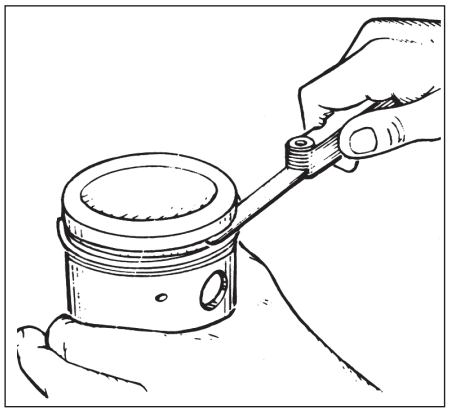


(mm)	Medida da peça nova (mm)	Limite de desgaste
Anel de compressão superior	0,30 a 0,45	0,90
Anel de compressão inferior	0,30 a 0,45	0,90
Anel raspador de óleo	0,38 a 1,40	–

Monte os anéis nas ranhuras dos pistões utilizando somente o alicate especial para anéis, o que evita danificações nos pistões e quebras nos anéis. Fique atento, também, à posição de montagem dos anéis de compressão superior e inferior, pois possuem lado de montagem. Essa posição deve ser notada pela inscrição "TOP" que deve ficar voltada para cima.

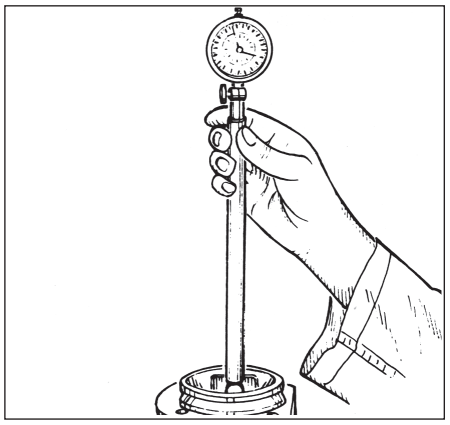


Outra inspeção importante é na folga dos anéis nas canaletas dos pistões. Essa verificação deve ser feita após a montagem dos anéis nos pistões, utilizando um calibrador de folgas.



	Medida da peça nova	Limite de desgaste
Anel de compressão superior	0,07 a 0,10	0,12
Anel de compressão inferior	0,04 a 0,07	0,12
Anel raspador de óleo	Máximo 0,15	

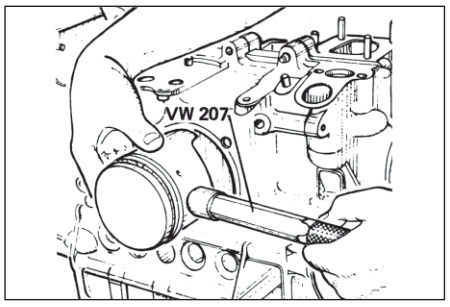
A verificação da folga entre os cilindros e os pistões é outra inspeção importante para garantir valores de compressão adequados. Para isto, ajuste um súbito, de acordo com as especificações dos diâmetros dos cilindros, e meça o diâmetro a, aproximadamente, 15 mm abaixo da borda superior do cilindro.



Meça os pistões com um micrômetro na parte inferior da saia, perpendicularmente ao eixo do pino do pistão. Calcule a folga máxima entre o cilindro e o pistão. Esta é o resultado da diferença dos diâmetros do cilindro e do pistão.

(Ver tabelas no final desta página.)

Finalmente, para a montagem dos pistões no motor, instale o primeiro anel de retenção do pino. Posicione o pistão na biela e instale o pino, empurrando-o com um colocador do tipo tocapino.



Atenção: o pino do pistão deve ser empurrado com as mãos. Caso não seja possível, aqueça o conjunto do pistão em banho de óleo até atingir a temperatura de 60 ºC. Observe na tabela a seguir, as medidas do pino do pistão e do respectivo furo.

	Diâmetro do pino (mm)	Diâmetro do furo (mm)
Medida standard	21,996 a 22,000	21,997 a 22,002

Atenção: a abertura do anel raspador de óleo deve estar voltada para cima e as aberturas dos anéis de compressão superior e inferior devem estar defasadas 120º. A mola do raspador de óleo deve ficar com a abertura voltada para baixo.

Serviço Rápido

Alcântara Machado aniversaria – A Alcântara Machado, maior promotora de feiras de negócios da América Latina, comemora 45 anos de grandes realizações. A empresa fundada em 1956, produziu mais de 500 feiras de negócios nas últimas quatro décadas e com isso gerou mais de 500 mil empregos diretos e indiretos.

Novos eventos – Para 2003 a empresa tem planejadas 29 feiras de negócios que abrangem diversos segmentos: industrial, têxtil, beleza, construção, segurança, automotivo, agronegócios, gestão urbana, entretenimento, eletro-eletrônica e geoinformação. Além dos eventos bienais que ocorrerão em 2004 como Salão do Automóvel, UDesejo, Brasilpack, entre muitos outros eventos que já estão agendandos para os próximos dois anos.

VW de um litro condecorado – A Volkswagen recebeu uma condecoração do Clube do Automóvel e dos Ciclistas da Áustria (ABRÖ) por ser a primeira montadora do mundo a apresentar um protótipo que consome um litro de combustível a cada 100 quilômetros. O Volkswagen 1 Litro foi apresentado pela primeira vez em abril deste ano, quando o então presidente do Grupo Volkswagen, Ferdinand Piech, conduziu o protótipo em uma viagem de Wolfsburg a Hamburgo, obtendo a média recorde de 0,89 litro por 100 quilômetros rodados (112, 35 km/l).

Estilo marcante – Como mostramos na edição 192, o estilo do Volkswagen 1 Litro lembra mais um esportivo do que um carro experimental. A carroceria, desenvolvida em túnel de vento, é produzida em fibra de carbono e magnésio. O automóvel tem 3,65 m de comprimento, apenas de 1,25 m de largura e pouco mais de um metro de altura. O carro tem faróis de bi-xenônio de 32 watts, cuja luminescência equivale a dos convencionais de 60 watts.

Movido a Diesel – O Volkswagen 1 Litro tem motor movido a Diesel que possui apenas um cilindro, com 300 cm^3 e é montado em posição central, com um sistema de transmissão direta e automatizada. Neste motor cárter e cabeça de cilindro formam um monobloco feito de alumínio. O propulsor deste cerco revolucionário tem ainda sistema de injeção direta de combustível, gerando 8,5 cv a 4.000 rpm e pesando apenas 290 kg, o "Carro de um litro" chega até a 120 km/h.

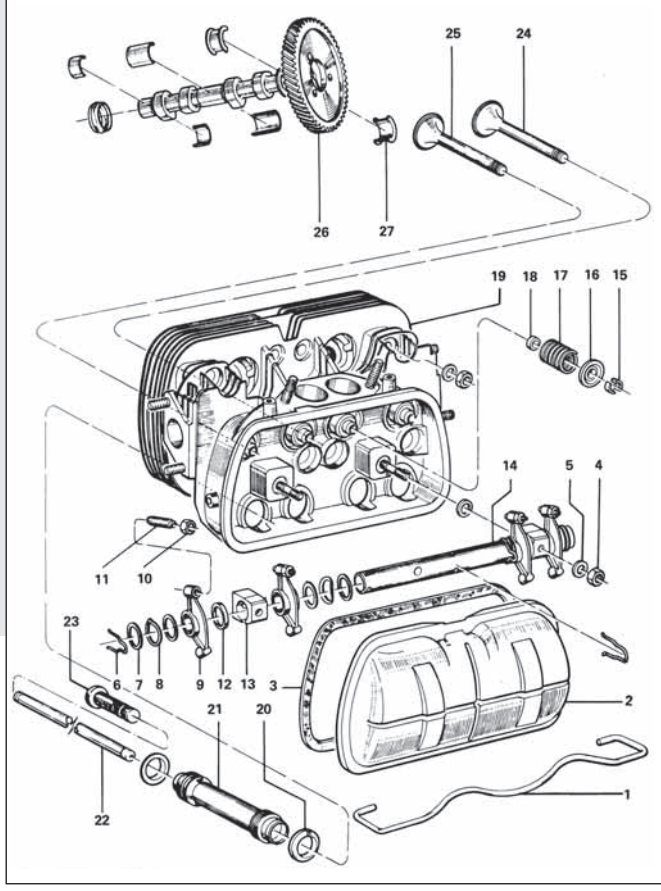
	Medida da peça nova (mm)	Limite de desgaste (mm)
Folga entre o cilindro e o pistão	0,03 a 0,06	0,20
Ovalização máxima do cilindro	–	0,05
Retíficas permissíveis	Duas de 0,50	

Diâmetro dos cilindros e pistões (mm)			
Diâmetro padrão	Cor	Cilindro	Pistão
85,5	Azul	85,492 a 85,508	85,448 a 85,462
	Rosa	85,502 a 85,518	85,458 a 85,462
86,0	Azul	85,992 a 86,008	85,948 a 85,962
	Rosa	86,002 a 86,018	85,958 a 85,962
86,5	Azul	86,492 a 86,508	86,448 a 86,462
	Rosa	86,502 a 86,518	86,458 a 86,462

Motor de 1600 cm³ arrefecido a ar (final)

Os motores Volkswagen arrefecidos a ar utilizam dois cabeçotes contrapostos, um para cada par de cilindros. Estes componentes devem ter excelente performance de vedação, guias das válvulas estáveis, fidelidade de abertura e fechamento das válvulas com velocidade de atuação adequada, utilizando plenamente os mínimos tempos de trabalho para carga da mistura e descarga dos gases queimados, e excelente capacidade de remoção do calor. Tudo isso deve ser mantido após as operações de recuperação dos cabeçotes.

Mecanismo de comando das válvulas



1 - Mola de retenção da tampa do cabeçote
2 - Tampa do cabeçote
3 - Junta da tampa do cabeçote
4 - Porca do suporte do balancim
5 - Arruela
6 - Grampo de retenção do eixo do balancim
7 - Arruela de encosto
8 - Arruela de pressão
9 - Balancim
10 - Porca-trava
11 - Parafuso de regulagem
12 - Arruela de poliamida
13 - Bucha espaçadora dos balancins
14 - Eixo dos balancins
15 - Chaveta da válvula
16 - Prato superior da mola da válvula
17 - Mola da válvula
18 - Vedador da haste de óleo da válvula
19 - Cabeçote
20 - Anel de vedação
21 - Tubo protetor da haste do tucho
22 - Haste do tucho
23 - Tucho
24 - Válvula de admissão
25 - Válvula de escape
26 - Árvore de comando das válvulas
27 - Casquilho

Nas quatros últimas edições, conhecemos um pouco da longa história da geração de motores Volkswagen arrefecidos a ar e as especificações com dicas para as regulagens, estudamos as medidas para recuperação das carcaças, árvore de manivelas, bielas e do mecanismo de comando das válvulas. Foi possível constatar, na prática, que atributos como robustez e facilidade de reparação desses motores, têm consistência e ganharam corpo, entre outros fatores, graças as várias possibilidades de usinagens para recuperar suas peças, dispondo de um farto universo de sobremedidas e possibilidades. Na última matéria desta série, detalharemos todas as possibilidades de recuperação dos cabeçotes destes motores.

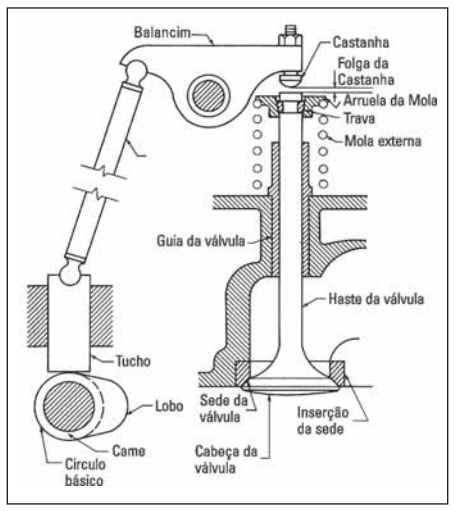
Os cabeçotes dos motores arrefecidos a ar

Como sabemos, os cabeçotes de motores são os elementos de fechamento dos cilindros que contêm as válvulas de escape e de admissão, o mecanismo que garante o funcionamento dessas válvulas na sincronia mecânica do motor, as velas de ignição e a câmara de compressão. Como o cabeçote tem uma função semelhante a de uma culatra fixa de uma arma de fogo, deve garantir a vedação na parte superior dos cilindros para que toda a energia elástica da combustão seja convertida em trabalho pelo êmbolo, com mínimas perdas, graças ao vazamento controlado dos gases quentes.

Tais características de trabalho exigem excelente performance também para as trocas térmicas, pois, devido a concentração elevada de calor numa região diminuta e que trabalha diretamente em contato com a energia do calor processado durante a combustão, a temperatura elevada deve ser rapidamente removida do ambiente para facilitar a ocorrência do próximo ciclo.

Com essas características, exige-se dos cabeçotes excelente performance como elemento de vedação dos cilindros (vedação entre a junção cabeçote/cilindro), entre as válvulas e as sedes, guias de válvulas estáveis, fidelidade de abertura e fechamento das válvulas com velocidade de trabalho adequada utilizando plenamente os mínimos tempos de trabalho para carga da mistura e descarga dos gases queimados e excelente capacidade de remoção do calor.

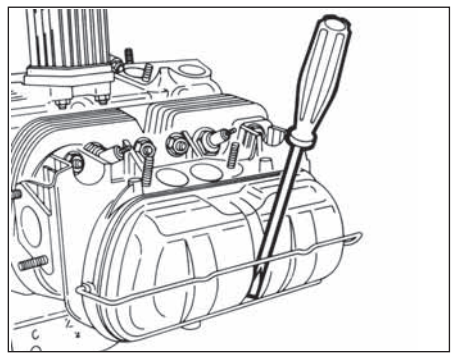
Nos motores arrefecidos a ar, os elementos que garantem estes atributos são: o estado da árvore de comando das válvulas (medidas e posição angular dos cames), o bom assentamento das válvulas, a carga elástica e o *rate* das molas, a folga entre a guia e a haste da válvula, as dimensões dos balancins, o estado de trabalho das hastes dos tuchos, os próprios tuchos, a folga entre o parafuso de regulagem do balancim e o topo da haste da válvula e a limpeza e estado das aletas de arrefecimento por ar. Vamos conhecer cada um destes cuidados.



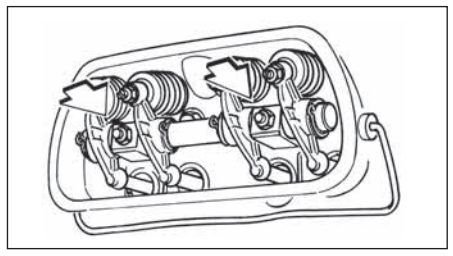
Hastes dos tuchos – remoção e instalação

Em geral, as hastes dos tuchos devem possuir comprimento e flexão adequadas para garantir mínimas perdas mecânicas entre os tuchos e os balancins para assegurar a perfeita transferência de movimentos. Para remover as hastes dos tuchos das válvulas, inspecionar o estado de trabalho e reinstalá-las, observe a seguinte seqüência:

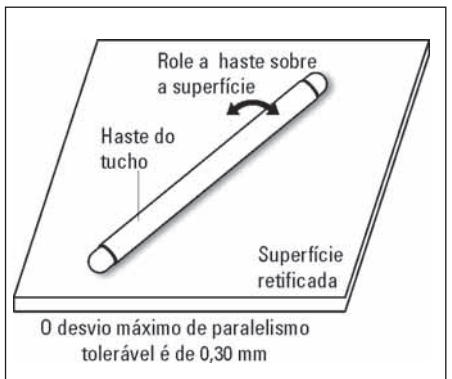
1. Escoe o óleo do motor.
2. Solte a mola de fixação da tampa do cabeçote.



3. Remova a tampa do cabeçote e a respectiva junta.
4. Solte as porcas e remova o conjunto dos balancins.
5. Remova as hastes dos tuchos.



6. Utilizando-se de uma mesa de desempeno ou de uma superfície plana retificada, role as hastes sobre a mesa, verificando a deficiência de paralelismo (empenamentos).
Atenção: se constatar desvios de paralelismo entre as hastes e a superfície retificada, tolere como desvio máximo o valor de 0,30 mm.



Observe se o canal de lubrificação no interior da haste está livre.

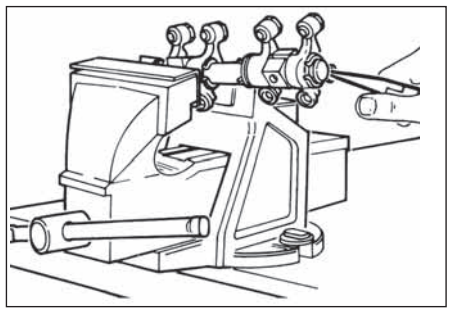
7. Instale as hastes dos tuchos na ordem inversa da remoção, dispensando especial atenção para a regulagem das válvulas.

REFLEXO
Fotolito Ltda.
Tel: 279-8044 (Linhas consecutivas) - Fax: 277-7963
SISTEMA
O.S. 41216
CLIENTE Volkswagen
DATA 30/01/2003
OPERADOR Editorial

Balancins – desmontagem e montagem

O balancim é acionado pela haste do tucho, de forma que, ao ser submetido à compressão da haste (esforço resultante da ação do came da árvore de comando das válvulas sobre o tucho), produz um movimento basculante no sentido de transferir o esforço aplicado para vencer a carga elástica da mola da válvula. A desmontagem deste mecanismo nos motores arrefecidos a ar é muito simples:

1. Destrave a mola de fixação da tampa do cabeçote e remova a tampa com a respectiva junta.
2. Solte as porcas e remova o conjunto de balancins.
3. Remova os grampos de retenção do eixo dos balancins com um alicate de bico.



4. Retire as arruelas de encosto e as arruelas de pressão.
5. Remova os balancins e a arruela de poliamida, observando a seqüência correta.
6. Remova o parafuso de regulagem e a porca-trava dos balancins.
7. Remova a bucha espaçadora.
8. Lave os componentes cuidadosamente, observando se há danificações e ranhuras que possam prejudicar o bom funcionamento do mecanismo, bem como o estado de trabalho dos parafusos de regulagem da folga da válvula.
9. Examine se os eixos dos balancins apresentam sinais de desgaste. Para avaliação dimensional, considere os seguintes valores:

Eixo dos balancins - medidas	
Diâmetro do eixo ..... mm	17,956 a 17,974
Limite desgaste ..... mm	17,940

10. Considerando o exame detalhado do mecanismo dos balancins, é importante para o bom funcionamento as seguintes providências e cuidados:

• As superfícies de contato lateral dos balancins, quando riscadas ou com desgaste desigual, podem ser polidas utilizando uma lixa fina apoiada sobre uma superfície retificada.

• Antes de instalar os conjuntos de balancins, solte os parafusos de regulagem da folga das válvulas.

• Observe que as válvulas devem girar (exercer um movimento de rotação) durante o procedimento de abertura. Este efeito é garantido pelo desalinhamento entre o parafuso de regulagem e a haste da válvula. Em face da gradual e permanente rotação das válvulas, o desgaste na extremidade da haste e a formação de depósitos nas superfícies de assentamento ficam consideravelmente reduzidos.

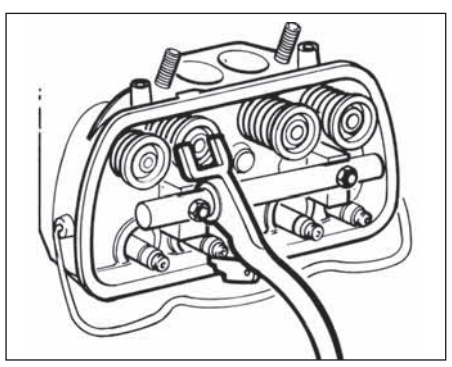
• Aperte as porcas do suporte dos balancins com 20 a 25 Nm (2,0 a 2,5 kgfm).

11. Após todos esses cuidados, basta regular a folga das válvulas e instalar a tampa com a junta.

Vedador das hastes das válvulas – substituição

Uma das características diferenciadas dos motores arrefecidos a ar é a existência de vedador somente nas hastes das válvulas de admissão. Esta construção foi adotada porque, como as válvulas nestes motores trabalham horizontalmente, a transferência de lubrificante do ambiente do mecanismo de abertura das válvulas para o interior dos cilindros, ocorre somente por diferença de pressão, o que ocorre somente no tempo de admissão nestas válvulas. A substituição destes vedadores pode ser feita sem a remoção do cabeçote, utilizando-se um dispositivo de compressão para as molas das válvulas e outro que permita injetar ar comprimido no interior do cilindro através do alojamento das velas de ignição. Observe:

1. Solte a mola de fixação da tampa do cabeçote, remova a tampa e a respectiva junta.
2. Solte as porcas e remova o conjunto dos balancins.
3. Instale o dispositivo de compressão das molas das válvulas.

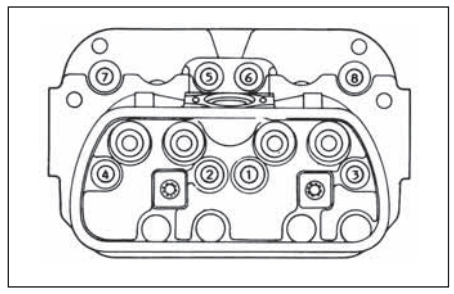


4. Conecte uma extremidade do tubo de pressão flexível na rede de ar comprimido e rosqueie a outra extremidade no alojamento da respectiva vela. Regule a pressão pneumática em torno de 6 atm.
5. Através do dispositivo de compressão da mola, comprima o prato da mola e remova a chaveta, o prato, a mola e o vedador.
6. Faça a instalação do novo vedador e a montagem dos componentes seguindo a ordem inversa.

Cabeçote – remoção, desmontagem, recuperação e instalação

Para a remoção dos cabeçotes do motores arrefecidos a ar, o motor deve estar fixado num cavalete com as carenagens da ventoinha e defletores de ar removidos. Observe a seqüência de trabalho:

1. Escoe o óleo do motor.
2. Solte a mola de fixação da tampa do cabeçote.
3. Remova a tampa do cabeçote com a junta.
4. Remova o conjunto de balancins.
5. Remova as hastes de tuchos.
6. Solte as porcas de fixação do cabeçote, na seqüência da porca de número 8 para a de número 1.

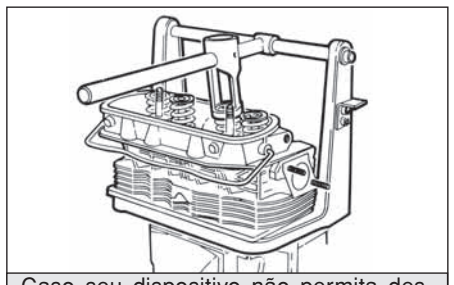


7. Remova o cabeçote.
8. Remova os tubos protetores das hastes dos tuchos.
9. Providencie uma boa limpeza dos cabeçotes para realizar os seguintes exames:

• Observe atentamente se existem trincas na câmara de combustão, dando especial atenção às sedes das válvulas de admissão e escape. Observe também eventuais rachaduras nos canais dos dutos de escapamento do cabeçote. Caso note alguma destas irregularidades, o cabeçote deve ser substituído.

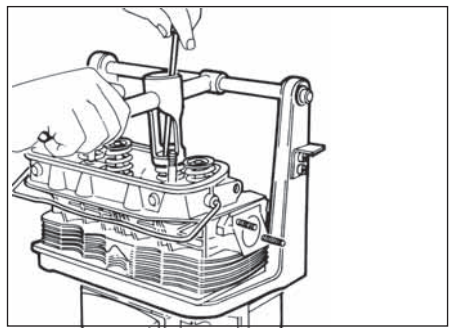
• Outra observação importante deve ser dispensada às roscas das velas e ao estado de fixação dos prisioneiros. Caso as roscas das velas de ignição estejam danificadas, é possível a aplicação de roscas postiças Heli-Coil.

10. Instale o cabeçote num dispositivo compressor para a desmontagem do mecanismo de molas das válvulas.



Caso seu dispositivo não permita desmontagens dos cabeçotes mais recentes – que possuem câmaras de combustão menores – utilize um apoio de madeira entre o cabeçote e a base do dispositivo compressor.

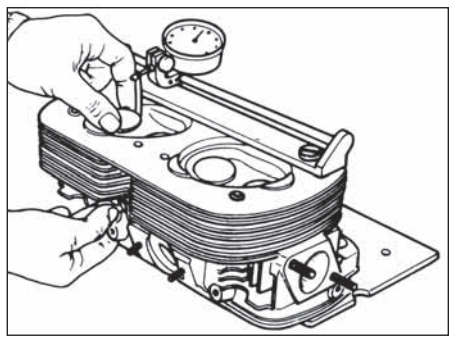
11. Pressione o prato da mola e retire a chaveta da válvula.



12. Remova o prato da válvula, a mola e, no caso das válvulas de admissão, remova o vedador.
13. Limpe e faça um minucioso exame visual de todos os componentes. Dê especial atenção à existência de trincas e ao estado de assentamento das sedes de válvulas.
14. Examine o estado das válvulas e faça os exames dimensionais indicados no quadro no final desta coluna.
15. Estando todas as válvulas em ordem, remova os resíduos do cabeçote, utilizando um escariador de limpeza.
16. Fixe o cabeçote (com a câmara de combustão voltada para cima) num dispositivo para examinar o desgaste das guias das válvulas. Essa verificação se faz medindo a folga basculante da válvula na guia.
17. Instale o relógio centesimal com um prolongador, de forma que o apalpador trabalhe paralelo à válvula.

Medidas básicas e limites de desgaste das válvulas (em mm)			
Prefixo dos motores	**BF, BJ, BK, BM e BY**	**BA, BB, BD, BG,BI, BN, BP, BR,BS, BT, BV, BX, BZ e UA**	**UF, UG, UH, UJ, UK, UL, UFA e UJA**
Diâmetro da haste das válvulas			
• Admissão	7,94 a 7,95	7,94 a 7,95	7,94 a 7,95
• Escapamento	7,91 a 7,92	7,92 a 7,94	8,90 a 8,92
Ovalização máxima da haste da válvula			
• Admissão	0,01	0,01	0,01
• Escapamento	0,01	0,01	0,01
Ovalização máxima da cabeça da válvula			
• Admissão	0,015	0,015	0,015
• Escapamento	0,030	0,030	0,030
Diâmetro da cabeça da válvula			
• Admissão	32,90 a 33,10	35,40 a 35,60	35,40 a 35,60
• Escapamento	29,70 a 30,10	31,70 a 32,10	29,90 a 30,30

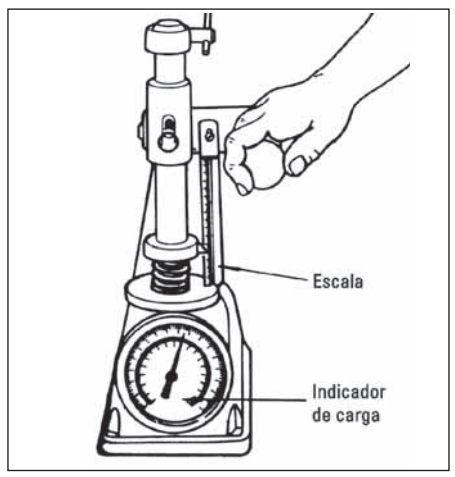
41216_Pag04e17
PC2 - 596 x 375 mm
Dolev - 60 linhas



18. Coloque a válvula considerada em condições de uso pelo exame dimensional na guia a ser examinada. Utilizando o dedo na haste, empurre a válvula no sentido de abrir, até que a extremidade da haste se alinhe com a extremidade da guia.
19. Ajuste a posição do relógio em zero e faça a medição da folga basculante.

Folga basculante das válvulas nas guias (válvulas em condições de uso)		
Todos os prefixos	**Normal**	**Limite de desgaste**
Admissão e escape ..... (mm)	0,21 a 0,25	0,80

20. Examine as molas inspecionando suas dimensões e carga elástica. Para isto utilize um dinamômetro para molas.

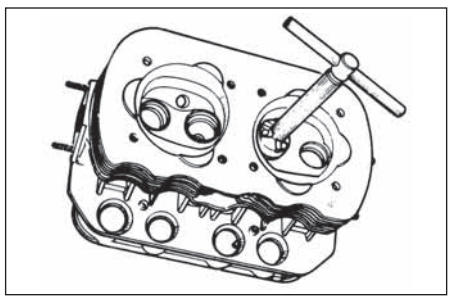


21. As molas devem atender as seguintes especificações:

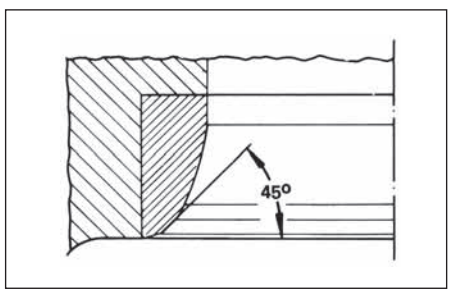
Molas das válvulas (em mm)	
Comprimento sem carga	52,00
Comprimento com carga de 53,2 a 61, 2 kgf	31,00

22. Por último, examine as chavetas das válvulas. Observe se apresentam rebarbas. Caso positivo, as rebarbas podem ser eliminadas com um esmeril, porém, aplicando-se as travas nas válvulas, estas ao serem fechadas com a pressão dos dedos, devem permitir que a válvula gire sem oferecer resistência.
23. Agora vamos ajustar os ângulos de trabalho das sedes das válvulas. Observe que as sedes devem ser retificadas se estiverem queimadas ou apresentarem sinais de desgaste.

Atenção: observe que a sede de válvulas necessita de três ângulos de trabalho: um de 45º que é o local de assentamento efetivo da válvula; um de 15º que garante o alívio do diâmetro da válvula (local em que trabalha o diâmetro da cabeça da válvula) e um de 75º que também é uma área de alívio para evitar a formação de cantos vivos.
24. Para a operação de retífica das sedes, deve-se utilizar um jogo de fresas específicas para isso. Vamos utilizar primeiramente a fresa de 45º; depois a de 75º e finalizaremos com a fresa de 15º, conforme as seguintes etapas:



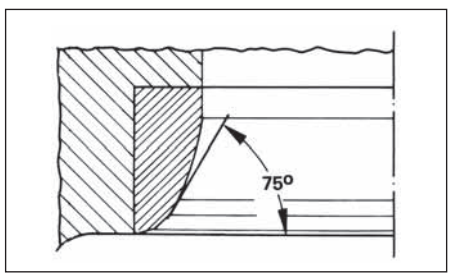
• Frese a superfície de 45º com especial cuidado para obter uma sede perfeitamente cônica, retirando uma quantidade mínima de material para evitar a rápida inutilização das sedes.



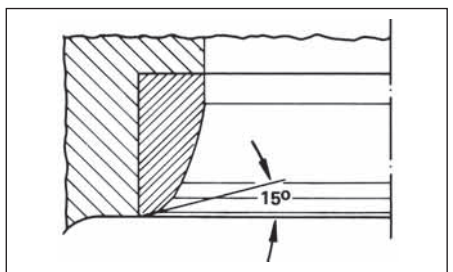
• Considere terminada a operação de fresagem quando a fresa atingir toda a superfície da sede.

Largura do assento da cabeça da válvula (em mm)	
Admissão	3,09 a 3,40
Escapamento	3,04 a 3,34

• Frese a superfície de 75º, escareando levemente o canto inferior da superfície da sede da válvula.

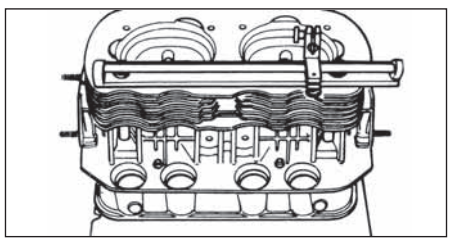


• Por último, frese a superfície de 15º. Esta superfície é a exterior e, nesta operação, deve-se tomar especial cuidado para não retirar material em excesso, pois atinge-se o cabeçote, aprofundando a válvula em demasia.

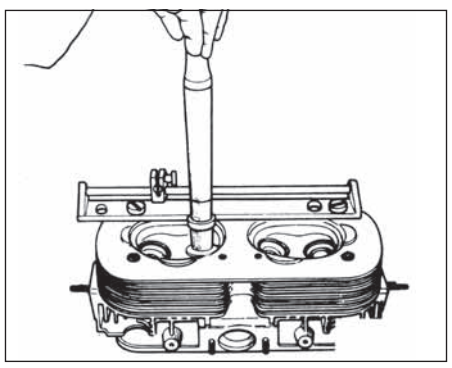


Largura da sede da válvula (escariado de 15°) (em mm)	
Admissão	1,4 a 2,5
Escapamento	1,4 a 2,5

• Examine o assentamento das válvulas. Em geral, as válvulas novas ou com assentamento devidamente retificado não necessitam de esmerilhamento. Porém, caso seja necessário um assentamento utilizando pasta de esmerilhar, proceda da seguinte maneira:
– Fixe o cabeçote com as câmara para cima.

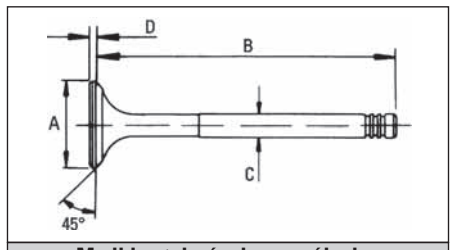


– Aplique um pouco de pasta carborundum de grana grossa na superfície de assentamento da válvula. De forma alguma permita o contato da pasta com a haste da válvula.
– Instale a ventosa na válvula e gire-a nos dois sentidos de encontro as sedes.



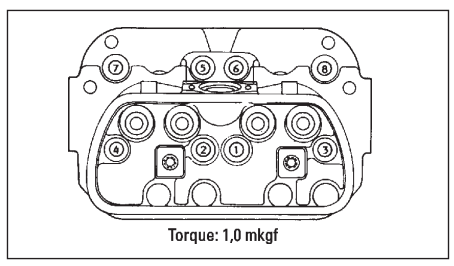
– Evite a formação de ranhuras circulares nos assentos, levantando freqüentemente as válvulas das sedes e girando-as alguns graus sempre por igual. Limpe todos os resíduos de pasta de esmerilhar e repita a operação usando a pasta de grana fina.
Atenção: se o escareado de 15º ultrapassar o diâmetro externo na sede da válvula, o cabeçote deve ser substituído. Siga a mesma regra para examinar as guias. Tanto as sedes como as guias são montadas utilizando-se o processo da diferença de temperatura (cabeçote na temperatura ambiente e as guias ou as sedes submetidas a temperaturas baixíssimas, impossíveis de serem conseguidas em condições normais).

25. As válvulas podem ter as hastes polidas com uma lixa fina e as superfícies angulares retificadas, desde que se mantenham as seguintes medidas de tolerância:

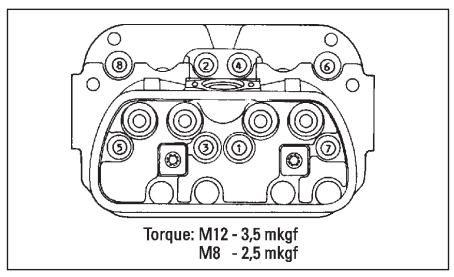


Medidas toleráveis nas válvulas após retíficas (em mm)		
	Admissão	**Escapamento**
A	35,4 a 35,6	29,9 a 30,3
B	111,4 a 112,2	111,35 a 112,35
C	7,94 a 7,95	8,905 a 8,920
D	1,4 a 1,9	1,6 a 2,1

26. Com todas as peças limpas, providencie a montagem na ordem inversa a da desmontagem, porém, antes de introduzir as válvulas nas guias, aplique um pouco de pasta Molikote G nas hastes das válvulas.
27. Monte as molas das válvulas de modo que a extremidade que possui as espiras mais próximas fique voltada para o cabeçote.
28. Instale o cabeçote sobre os prisioneiros e instale os tubos protetores das hastes dos tuchos com a costura voltada para cima.
29. Instale o cabeçote, observando atentamente a posição dos anéis de vedação dos tubos das hastes de tucho.
30. Aperte as porcas dos cabeçotes levemente. Em seguida, aperte-as com 10 Nm conforme a seqüência da ilustração:



31. Agora, dê o aperto final, observando a seguinte seqüência:



32. Instale as hastes dos tuchos.
33. Instale o conjunto de balancins.
34. Instale a tampa do cabeçote com a junta.
35. Instale a mola de fixação da tampa do cabeçote.
36. Coloque óleo no motor.
37. Instale o motor.

REFLEXO Fotolito Ltda. Tel: 279-8044 (Linhas consecutivas) - Fax: 277-7963
SISTEMA
O.S. 41216 | CLIENTE Volkswagen
DATA 30/01/2003 | OPERADOR CLAUDIO
REFLEXO